**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

# MEDIAÇÃO COMPUTACIONAL COMO FATOR DE MOTIVAÇÃO E DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DO 9º ANO: TÓPICOS DE ASTRONOMIA

FERNANDO MARCOS DA SILVA

**GOIÂNIA**

**2010**

**FERNANDO MARCOS DA SILVA**

# MEDIAÇÃO COMPUTACIONAL COMO FATOR DE MOTIVAÇÃO E DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DO 9º ANO: TÓPICOS DE ASTRONOMIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Prof. Dr. Wagner Wilson Furtado – Orientador

**GOIÂNIA**

**2010**

## AGRADECIMENTOS

À minha família, que sempre me estimularam a seguir os estudos e não mediram esforços para que eu concluísse mais essa etapa de estudos.

À Universidade Federal de Goiás pela acolhida e por me proporcionar um agradável espaço de estudo e pesquisa.

Ao Prof. Dr. Wagner Wilson Furtado pela orientação desta dissertação, por todo empenho, sabedoria, compreensão e, acima de tudo, exigência.

A todos os professores do Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, pois foram em suas aulas que descobri a grande função do ser professor.

À Secretaria Estadual de Educação de Goiás pelo apoio concedido, sem o qual seria difícil a realização da pesquisa.

Ao acadêmico Francisco Fernandes Soares Neto pelo auxilio e apoio durante a pesquisa.

A todos os meus amigos e amigas, que sempre estiveram presentes me aconselhando e incentivando com carinho e dedicação.

À Escola pesquisada, que nos recebeu de braços abertos.

Aos alunos que participaram desta pesquisa, pois sem eles nenhuma dessas páginas estaria completa.

Às professoras de Ciências da escola campo de pesquisa, por dedicar parte de seu tempo ao nosso estudo.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução desse trabalho.

## RESUMO

O objetivo principal dessa pesquisa foi analisar as possibilidades do uso de hipertextos e da mediação pedagógica em busca de uma Aprendizagem Significativa. Nele investigamos o uso de hipertextos no processo de ensino aprendizagem de conceitos de tópicos de Astronomia. A pesquisa foi realizada com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola da cidade de Goiânia, Goiás. Analisamos as possibilidades que a hipermídia pode oferecer no processo de ensino aprendizagem, usando como referencial a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores. O estudo dividiu-se em quatro fases: questionário inicial aplicado aos alunos, elaboração do material didático (hipertexto), aulas no laboratório de informática com a utilização da hipermídia construída e questionário final aplicado após as aulas no laboratório. A primeira fase teve como objetivo identificar os conhecimentos iniciais (subsunçores) dos alunos a respeito da Astronomia. Na segunda fase, foram reestruturadas as bases do hipertexto, levando-se em consideração as ideias identificadas no questionário inicial. Na terceira fase, utilizamos os recursos hipertextuais elaborados na tentativa de proporcionar uma Aprendizagem Significativa. Por último, foi aplicado um questionário para avaliar o processo de mediação pedagógica e a ocorrência de aprendizagem. Tal investigação indicou que o uso de hipertextos associados a processos de mediação pedagógica se apresentou como uma ferramenta motivadora e contribuiu para uma Aprendizagem Significativa.

## ABSTRACT

The main objective of this study was to examine the possibilities of using hypertext and pedagogic mediation in search of a Meaningful Learning. In it we investigate the use of hypertext in the teaching and learning of concepts of Astronomy. The survey was conducted with students in 9th grade of basic education of a school in the city of Goiânia, Goiás. We analyze the possibilities that hypermedia can offer in teaching and learning process, using as reference the Theory of Meaningful Learning of David Ausubel and employees. The study was divided into four phases: initial questionnaire used with students, preparation of didactic material (hypertext), classes in computer lab with the use of hypermedia and final questionnaire used in the lab after classes. The first phase aimed to identify the initial knowledge (subsumers) students about astronomy. In the second phase, we restructured the foundations of hypertext, taking into account the ideas identified in the initial questionnaire. In the third phase, we use the hypertext resources developed in an attempt to provide a Meaningful Learning. Finally, we applied a questionnaire to evaluate the pedagogical mediation process and the occurrence of learning. This research indicated that the use of hypertext linked to pedagogical mediation processes is presented as a motivational tool and contributed to a Meaningful Learning.

## LISTA DE FIGURAS


Figura 1 – Contínuos entre a aprendizagem receptiva e por descoberta e entre a aprendizagem mecânica e a significativa. (NOVAK, 1981, p.81, adaptado). 24

Figura 2 – Etapas da aprendizagem e retenção de uma ideia subordinada (AUSUBEL, 1968 p. 91, adaptado ). ..... 25

Figura 3 – Design de estruturação do hipertexto . ..... 33

Figura 4 – Barra lateral de acesso aos temas do hipertexto. ..... 34

Figura 5 – Mapa conceitual estruturado de acordo com subsunçores identificados nas análises do questionário inicial aplicado aos alunos. ..... 35

Figura 6 – Concepção inicial do aluno 08B a respeito do modelo de Sistema Solar. 43

Figura 7 – Concepção inicial do aluno 26C a respeito do modelo de Sistema Solar. 43

Figura 8 – Visões iniciais dos alunos do modelo de Sistema Solar. ..... 44

Figura 9 – Visão inicial do aluno 10A a respeito do modelo de Sistema Solar. ..... 44

Figura 10 – Visão inicial do aluno 12B a respeito do modelo de Sistema Solar. ..... 44

Figura 11 – Visão inicial do aluno 23C a respeito do modelo de Sistema Solar. ..... 45

Figura 12 – Visão inicial do aluno 15B a respeito do modelo de Sistema Solar. ..... 45

Figura 13 – Conhecimentos dos alunos acerca dos planetas do Sistema Solar. ..... 45

Figura 14 – Concepções iniciais dos alunos acerca de Gravidade e Força gravitacional. ..... 46

Figura 15 – Concepções iniciais dos alunos acerca do tempo de queda de dois objetos 48

Figura 16 – Desenho do aluno 21C. ..... 49

Figura 17 – Desenho do aluno 27C. ..... 49

Figura 18 – Desenho do aluno 05B. ..... 50

Figura 19 – Desenho do aluno 32B. ..... 50

Figura 20 – Desenho do aluno 04A. ..... 52

Figura 21 – Desenho do aluno 38B. ..... 52

Figura 22 – Desenho do aluno 24A. ..... 52

Figura 23 – Desenho do aluno 35B. ..... 52

Figura 24 – Desenho do aluno 36B. ..... 52

Figura 25 – Desenho do aluno 26C. ..... 52

Figura 26 – Conceitos iniciais dos alunos a respeito da órbita dos planetas do Sistema Solar. ..... 54

Figura 27 – Entendimento de atração gravitacional e campo gravitacional antes e após as aulas no laboratório. ..... 56

Figura 28 – Entendimento a respeito do tempo de queda de dois objetos distintos antes e após as aulas no laboratório. ..... 60
Figura 29 – Entendimento a respeito da sucessão dos dias e noites após as aulas no laboratório. ..... 61
Figura 30 – Entendimento a respeito das estações do ano após as aulas no laboratório. 61
Figura 31 – Entendimento a respeito das marés, altas e baixas, após as aulas no laboratório. ..... 62

## LISTA DE TABELAS


Tabela 1 – Concepções iniciais dos alunos acerca da forma da trajetória do movimento dos planetas do Sistema Solar. ..... 43

Tabela 2 – Representação esquemática dos desenhos iniciais dos alunos. ..... 50

Tabela 3 – Visão inicial dos alunos de modelo de Sistema Solar. ..... 52

Tabela 4 – Compreensão dos modelos planetários apresentada no questionário final. 53

Tabela 5 – Entendimento a respeito da Segunda Lei de Kepler, após as aulas no laboratório. ..... 55

Tabela 6 – Compreensão a respeito do conceito de atração gravitacional após as aulas no laboratório. ..... 58

Tabela 7 – Entendimento a respeito do tempo de queda de dois objetos distintos antes e após as aulas no laboratório. ..... 59

Tabela 8 – Respostas dos alunos para o questionamento “Por que os corpos caem?” durante todas as etapas da pesquisa. ..... 64

Tabela 9 – Respostas de alunos para o questionamento a respeito do tempo de queda de dois corpos distintos durante todas as etapas da pesquisa. ..... 67

**SUMÁRIO**


**INTRODUÇÃO** ..... 09

**CAPÍTULO 1 – O USO DO COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO** ..... 14
1.1 HIPERTEXTO NA EDUCAÇÃO ..... 17
1.2 OS HIPERTEXTOS E O ENSINO DE ASTRONOMIA ..... 20
1.3 O PROFESSOR COMO MEDIADOR EM MEIO ÀS NOVAS TECNOLOGIAS 21

**CAPÍTULO 2 – REVISITANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL** ..... 23
2.1 APRENDIZAGEM SUBORDINADA ..... 25
2.2 APRENDIZAGEM SUPERORDENADA ..... 26
2.3 APRENDIZAGEM COMBINATÓRIA ..... 27
2.4 ORGANIZADORES PRÉVIOS ..... 27
2.5 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ..... 28

**CAPÍTULO 3– METODOLOGIA DA PESQUISA** ..... 30
3.1 O CAMINHO DA PESQUISA ..... 31
3.2 HIPERTEXTO "FÍSICA NA GRAVITAÇÃO" ..... 32
3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA E DE ANÁLISE DE DADOS ..... 37
3.3.1 Análise dos dados ..... 41

**CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E ANÁLISES** ..... 42
4.1 RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO INICIAL ..... 42
4.1.1 Conceito dos alunos a respeito do movimento dos planetas do Sistema Solar 43
4.1.2 Conceitos dos alunos a respeito de força gravitacional e campo gravitacional 46
4.2 ANÁLISE COMPARADA ENTRE AS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL ..... 51
4.2.1 Entendimento dos alunos a respeito da evolução dos conceitos de modelo planetário ..... 52
4.2.2 Compreensão da forma da órbita dos planetas do Sistema Solar e Segunda Lei de Kepler ..... 54
4.2.3 Entendimento dos alunos a respeito dos conceitos de atração gravitacional e campo gravitacional ..... 55
4.2.4 Entendimento dos alunos a respeito da queda dos corpos ..... 59
4.2.5 Páginas Auxiliares ..... 61
4.3 PANORAMA GERAL ..... 62
4.3.1 Conceitos dos alunos a respeito da queda dos corpos ..... 63
4.3.2 Conceitos dos alunos a respeito do tempo de queda de dois corpos distintos 66

**CONSIDERAÇÕES FINAIS** ..... 71

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ..... 75

**APÊNDICES** ..... 78

**ANEXOS** ..... 92

# INTRODUÇÃO

A trajetória desta pesquisa teve início em minhas experiências e inquietações com relação ao uso das tecnologias no ensino. Em muitos momentos de minha trajetória pude observar que os resultados de metodologias tradicionais, com o uso somente do quadro e giz, não mais eram suficientes para um bom desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. O que fazer diante disso? Sempre achava que o problema não estava apenas nos alunos. Em véspera de prova, procurava fazer revisões do conteúdo com questões semelhantes às que iriam ser propostas nela. Entretanto, observava que os resultados não atingiam o esperado.

O fato de ter alunos aprovados no final do ano me garantia a certeza de que estava colaborando com alguns em sua formação, mas ficava a mesma inquietação. E os outros? O que fazer para melhorar o desenvolvimento desses alunos? Isto para mim era um dilema, uma situação que veio a se consolidar como problema de pesquisa. Nessa época, não tinha nenhum referencial teórico que possibilitasse a busca de uma solução para o problema gerado, em função mesmo da falta de leituras.

Na constante busca por melhorar minha prática docente ingressei, no ano de 2004, no curso de Especialização em Ensino de Ciências oferecido pelo CEPAE-UFG. Nele tive a oportunidade estudar sobre o tema Novas Tecnologias na Educação, que considerei ser uma possível solução para minhas inquietações. Ao final desse curso, e ainda sentindo angustias frente às metodologias de ensino e pesquisa, me deparo novamente em busca de aperfeiçoamento docente. Percebi que a formação de professores não termina em um curso de especialização. Senti então a necessidade de ir mais além e me inscrevi no Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da UFG com a proposta de estudo do tema sobre a mediação computacional no ensino. Assim, somente com esta dissertação pude delimitar melhor o estudo sobre o uso do computador no ensino, voltado especificamente para a área da Física, o que me trouxe um pouco de quietude e esperança em conseguir sanar os problemas de aprendizagem de meus alunos.

Vale lembrar que as discussões a respeito do uso da informática na educação iniciaram na década de 1980 e a partir daí, observou-se um grande avanço no uso dessas tecnologias em ambientes escolares. As pesquisas voltadas para o estudo da introdução de tecnologias no ensino apontaram mudanças nas formas de ensinar (TEDESCO, 2004; VALLIN, 1998).

Desde os estudos sobre a linguagem de programação LOGO, passando pela revolução na edição de textos e multimídia até a explosão da Internet, discutiram-se os possíveis usos dessas tecnologias aplicadas à educação, suas vantagens e metodologias. Embora nem todos os professores façam uso dessas tecnologias, grande parte, em diversos níveis da educação brasileira, sabe que elas possuem enorme potencial enquanto ferramenta educacional e podem contribuir para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem (TEDESCO, 2004). Na busca do uso consciente dessa ferramenta, é necessário oferecer a esses professores oportunidade de formação continuada para seu uso. Também é fundamental que o professor queira e sinta necessidade dessa formação, o que no meu caso existe.

Segundo Vallin (1998), faz-se necessário uma ampla discussão de como essas tecnologias podem contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, pois, segundo o autor, as iniciativas que essa melhoria almeja deverão estar relacionadas ao professor.

Para que essas tecnologias contribuam para a aprendizagem do aluno é necessário criar ambientes especialmente destinados à aprendizagem mediada pelo seu uso, onde os alunos possam construir/reconstruir seus conhecimentos de forma cooperativa e interativa, não deixando de lado os estilos individuais. Trata-se de investir na construção de competências e habilidades suficientemente amplas que lhes permitam ter uma atuação social efetiva na tomada de decisões fundamentadas no conhecimento científico (CACHAPUZ *et al*., 2005).

Pode-se afirmar que a maioria dos autores é unânime em considerar que a utilização do computador no processo de ensino exige mais do que conhecimentos operacionais sobre a máquina. No entanto, não é necessário que os professores sejam grandes especialistas em informática, como também não é suficiente que eles sejam apenas simples usuários.

A eficácia da inserção e utilização do computador no espaço escolar depende, principalmente, dos professores estarem comprometidos com as discussões sobre a importância e a necessidade de se introduzir os recursos da informática na escola. É fundamental para esse sucesso, que os professores tenham o máximo de conhecimento sobre todas as possibilidades e modalidades de uso do computador e quais implicações levam a aplicação dessa ferramenta. Quanto mais se conhece e se discute sobre os possíveis usos da informática em sala de aula, mais se descobrem quais os reais ganhos e eventuais prejuízos

deste instrumento para o ensino (CACHAPUZ *et al*., 2005). Esta é também uma forma de acabar com algumas resistências e desconfianças dos profissionais da área educacional a respeito do tema.

O que precisamos elucidar é se essa tecnologia traz modificações substanciais ao processo de ensino aprendizagem de Ciências ou, como expressa Kaplún, reportando Paulo Freire, *"estarão sendo empregadas nos velhos moldes da educação bancária, apenas numa versão moderna de 'caixa automático'?".* (KAPLÚN, 1999, p. 69)

Buscando, de alguma forma, responder a essa pergunta, acreditamos que a informática possa potencializar-se como ferramenta que contribua para uma educação de mais qualidade. Entretanto, é preciso ter em mente que qualquer tentativa de análise de seus diferentes usos na educação não é fácil, podendo resultar em visão simplista sobre seu uso. Porém, pode se tornar um exercício interessante no entendimento de seu papel no processo de ensino aprendizagem e como ele pode ser efetivo na construção do conhecimento (VALENTE, 1998).

Nesta pesquisa, escolhemos o tema: Mediação computacional como fator de motivação e de aprendizagem significativa no ensino de tópicos de astronomia, por sabermos da importância e da necessidade de se discutir, atualmente, os rumos do ensino de Física.

Sendo assim, pensamos que algumas questões deveriam ser levadas em consideração:

I. Como a inserção de recursos da informática contribui para a prática pedagógica de professores de Ciências?
II. O uso de novas tecnologias no ensino de Ciências contribui para uma aprendizagem significativa?
III. Quais relações se estabelecem entre professor aluno e aprendizagem com o uso dessas tecnologias?

Na tentativa de responder essas questões, o objetivo geral dessa pesquisa foi: "Investigar como a inserção de recursos da informática contribui para o processo de ensino aprendizagem de Ciências no 9º ano do ensino fundamental".

Em específico:

a) analisar se o uso de recursos hipertextuais aliado à mediação computacional contribuem para uma Aprendizagem Significativa;

b) organizar um material de forma a potencializar a Aprendizagem Significativa e verificar se ele contribui para tal;
c) analisar como se dá a participação de alunos frente à inserção do computador em aulas de Ciências;
d) propor formas de melhorar o uso da informática no ensino de Ciências.

Com base na revisão da literatura e se apoiando em resultados de pesquisas na área da aprendizagem significativa e do uso de recursos tecnológicos no ensino, um dos pressupostos é de que o uso dessa metodologia de ensino, aliada ao emprego de recursos computacionais, pode favorecer processos de aprendizagens. Outro pressuposto é o de que o hipertexto pode tornar-se uma ferramenta que facilite a aprendizagem significativa do aluno uma vez que o computador é de interesse de grande parte desses alunos.

A opção pelo uso de hipertextos no ensino de Astronomia se justifica, pois pesquisas mostram que o ensino desse tema é de grande interesse de alunos e professores e associado ao uso de recursos tecnológicos aguçam a curiosidade dos alunos, desde os primeiros anos escolares até a sua formação superior (FARIA; VOELZKE, 2008).

Porém, percebe-se certa rejeição ao ensino de Astronomia no ensino básico não só por parte de professores e de outros que participam, direta ou indiretamente do processo de ensino, mas também no que concerne ao material didático. Segundo Leite e Hosoume (2007), os professores do ensino fundamental têm receio de levar assuntos relacionados à Astronomia para a sala de aula, sentindo-se incapazes de suprir as expectativas, tanto suas, quanto de seus alunos. Segundo a autora,

> [...] estes professores pouco sabem sobre os conceitos científicos envolvidos nos estudos sobre as estrelas, galáxias, o Universo, ou até mesmo sobre o Sistema Solar, pois, em sua formação, conhecimentos dessa natureza não fizeram parte do currículo escolar. (LEITE; HOSOUME, 2007, p. 48)

Quanto aos livros didáticos, à maioria não trazem propostas efetivas de como os professores podem trabalhar esse assunto em sala de aula (LANGHI; NARDI, 2004). Quando eles abordam o tema existem incoerências entre as mensagens contidas nos textos e as representações visuais que as acompanham (MEDEIROS; MONTEIRO, 2002). No entanto, apesar da existência de grande diversidade de materiais disponíveis em sites na *world wide web* (*www*), nem sempre esses materiais contemplam conteúdos, formatos e estruturas que

permitam ser trabalhados em sala de aula. Cabe ao professor selecionar materiais de seu interesse e que corresponda aquilo que ele pretende ensinar.

Sendo assim, fomos a campo para tentarmos identificar como a inserção de recursos da informática pode contribui para o processo de ensino aprendizagem de Ciências no 9º ano do ensino fundamental. Para isso realizamos entrevistas com professores e gestores da escola, aplicamos questionários a alunos e realizamos, com eles, aulas diferenciadas no laboratório de informática. Embora tenhamos utilizado métodos quantitativos na pesquisa, optamos, na maior parte das análises, pela abordagem qualitativa.

Desenvolvemos, então, essa dissertação da seguinte forma: no primeiro capítulo, com base na visão de autores como Moran (1994 e 2000), Tedesco (2004), Giordan (2006), Valente (1998) e Vallin (1998), são discutidas as formas de uso dos recursos computacionais no ensino e com Masetto (2000) e Moran (2000) levantamos os pontos importantes da mediação computacional. No segundo capítulo, apresentamos os pontos principais da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968) e colaboradores; no terceiro capítulo há o detalhamento de todo o caminho percorrido na pesquisa, desde a coleta dos dados, a determinação das categorias de respostas que seriam analisadas; o quarto capítulo e destinado à análise e discussão dos dados coletados, segundo os fundamentos da Aprendizagem Significativa e mediação computacional e, por último, as considerações finais sobre as análises realizadas.

# CAPÍTULO 1

# O USO DO COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO

Nos tempos atuais, o computador se torna um objeto de grande importância no contexto da sociedade, pois diversas máquinas, desde um caixa eletrônico até equipamentos de pesquisas científicas, utilizam-no como ferramenta operacional. Assim, mesmo pessoas sem um maior nível de instrução formal acabam tendo contato com máquinas informatizadas. Portanto, a escola, em todos os níveis, não pode deixar de pensar sobre os impactos da ampliação maciça do uso do computador.

No entanto, apesar da implantação de computadores em ambientes escolares, e o grande fascínio que eles exercem sobre nossos alunos, corre-se o risco desta geração de aprendizes não ter acesso e uso adequado e produtivo dessa ferramenta, visto que o processo de inserção e utilização desse instrumento no ensino básico ultrapassa a simples montagem de laboratórios de informática (MORAN, 1994). A introdução dessas tecnologias na educação não está associada apenas a mudanças de cunho tecnológico, mas também social. É necessário, como afirma o documento "Sociedade da Informação no Brasil" (MCT, 2000), uma metodologia adequada para sua introdução na escola.

Para Valente (1998), antes das discussões de qual a melhor forma de utilizar a informática no ensino, faz-se necessário ter a clareza do potencial de cada uma das modalidades de sua utilização e as implicações de seu uso. Conforme Moran (1994), as tecnologias, apenas quando dentro de um projeto inovador,

> [...] sensibilizam para novos assuntos, trazem informações novas, diminuem a rotina, nos ligam com o mundo, com as outras escolas, aumentam a interação (redes eletrônicas), permitem a personalização (adaptação do trabalho ao ritmo de cada aluno) e se comunicam facilmente com o aluno, porque trazem para a sala de aula as linguagens e meios de comunicação do dia-a-dia. (MORAN, 1994, p. 34)

Pode-se entender com esta afirmação que essas tecnologias, por si só, não garantem o bom desempenho dos alunos. Aumentam sim, as possibilidades do desenvolvimento de trabalhos com atenção mais centrada. Falha-se em acreditar cegamente que elas são sinônimas de qualidade no processo de ensino aprendizagem (TEDESCO, 2004; PACHANE, 2003).

Segundo Hasse (1999), o uso de tecnologias, como o computador em meio escolar, nem sempre significam a solução para os grandes problemas da educação ou o que é ainda pior, poderá propiciar o que já aconteceu com a televisão, o vídeo e outras tecnologias que passado o momento de euforia o que se percebe é o total abandono dessas tecnologias.

No entanto, o que se observa é que devido a grande frequência de uso do computador pelos alunos, de maneira geral e em específico na educação, faz com que essa ferramenta seja apenas mais um elemento em suas vidas, ou seja, o computador deixou de ser algo mágico e misterioso, como era no início da produção dessas máquinas, tornando-se um aliado ao desenvolvimento educacional dos alunos.

Moran *et al*. (2000) entende que os recursos computacionais possuem duas características consideradas consistentes para a aprendizagem: mantém o estudante no controle, solicitando-lhe que realize escolhas constantemente, e permite abordar vários tópicos, utilizando diversos tipos de mídia. Ter opções de escolha e variedade contribui para diminuir a probabilidade de que os estudantes sintam-se entediados; e a utilização de diversas modalidades de mídia amplia as oportunidades para a aprendizagem, porque texto, gráfico, som e imagem aliados reforçam-se uns aos outros.

Segundo Pachane (2003), o uso ordenado e bem planejado do computador pode proporcionar ganhos tanto ao aluno quanto ao professor. A autora salienta que o uso integrado de diversos recursos, como som, imagens e animações pode ajudar no entendimento do que se está estudando, além de proporcionar interatividade entre aluno e material de estudo.

Portanto, partindo-se da ideia de que deve existir espaço na escola para todo o tipo de ferramenta educacional, cujo objetivo seja promover a aprendizagem, propõe-se o uso do computador para esse fim. Porém, não ignoramos os perigos e consequências que tal opção pode trazer. Nesse sentido existem grandes problemas relacionados ao uso do computador, sendo que os principais estão relacionados com a opção pelo uso individual, que não privilegia a colaboração, o trabalho em equipe, facilitando, assim, um rompimento das relações interpessoais.

Já segundo Giordan (2006), se bem utilizado, o computador pode contribuir para melhoria da aprendizagem do aluno, podendo levar em consideração a especificidade de cada um. Assim, a educação pode se beneficiar da informática como mais uma ferramenta de melhoria do processo de ensino aprendizagem. O autor sugere, em seu estudo, cinco principais formas de uso de recursos computacionais em aulas de Ciências: linguagem de

programação, sistemas tutoriais, caixas de ferramentas, simulações e animações e comunicação mediada por computador, que passaremos a apresentar, a seguir.

*Linguagem de programação*: os micromundos – são sistemas informatizados abertos onde o aluno deve explorar um domínio com um mínimo de ajuda do sistema, combinando as primitivas de uma linguagem de programação. Dentre esse tipo de programação surge a linguagem de programação LOGO que foi desenvolvida na década de 1970, no MIT, com o objetivo de criar ambientes nos quais as crianças pudessem aprender a se comunicar com computadores. O Micromundo é um campo de utilização do computador na escola que teve grandes desdobramentos na Educação Matemática e na Educação em Ciências;

*Sistemas tutoriais* – tinham inicialmente a finalidade de programar o computador para substituir o professor em sala de aula. Seguia inicialmente os princípios da teoria comportamentalista, cuja estratégia, resumidamente, era obter respostas do aluno às perguntas suscitadas pelo aplicativo e avaliá-las mediante o critério de ajustamento ao conteúdo previamente exposto. Com o aprimoramento das técnicas de programação surgiram os tutoriais inteligentes. Esses se baseiam na linha dos programas de apoio ao ensino que buscam potencializar a Informática Educativa por meio da aplicação de técnicas de Inteligência Artificial. Eles são programas de computador com propósitos educacionais que incorporam técnicas que simulam o processo do pensamento humano, dentro de um determinado domínio, para auxiliar em estratégias nas soluções de problemas ou nas tomadas de decisões;

*Caixas de ferramentas* – são os chamados aplicativos de escritório, por meio dos quais o usuário cria textos escritos, adiciona imagens e animações, desenha figuras, constrói tabelas e gráficos, são exemplos da diversificação das aplicações educacionais dos computadores, que se tornaram possíveis a partir do desenvolvimento do ambiente de janelas.

*Simulações e animações* – as simulações computacionais em meio educacional consiste em desenvolver atividades exploratórias caracterizadas pela observação, análise e interação do sujeito com modelos computacionais já construídos. Pires e Veit (2006) sugerem que ao se aplicar no ensino de Física essas simulações são desenvolvidas atividades que permitem ao aluno a interação com o problema desde a introdução dos dados e visualização do desenvolvimento do fenômeno até a análise dos resultados gerados por ele.

*Comunicação mediada por computador* – a partir da década de 1950, principalmente os Estados Unidos, investiram em estudos com vistas a desenvolver um sistema de troca de informação entre os computadores que se utilizava de pequenos pacotes de informações. Mais

tarde, já na década de 1980, com o desenvolvimento de um protocolo de troca de pacotes padronizado de informações foi fundada a Internet. A internet foi rapidamente adotada em meio universitário internacional, mas sua popularização só teve início após a década de 1990. Com a popularização da Internet a comunicação mediada por computador se concretiza. As aplicações da internet na escola básica são, hoje em dia, reconhecidamente variadas, desde trocas de mensagens curtas entre usuários até buscas bibliográficas em sítios de bibliotecas internacionais.

Araujo e Veit (2004) complementam essas modalidades com outra que consideramos importante: os recursos multimídia.

*Recursos de multimídia* – inclui uma grande variedade de elementos, como textos, sons, imagens, animações, vídeos e simulações em janelas de apresentação. A ideia é organizar estes elementos em módulos, de modo a fornecer contextos didáticos sobre o tópico em estudo. Os módulos e os elementos estão normalmente inter-relacionados por *links*, possibilitando que o aluno interaja com o material decidindo o caminho a seguir de acordo com seus interesses.

Em meio a este contexto, de se buscar melhorar as formas do uso de recursos computacionais no ensino de Ciências e também devido o aumento no número tanto de alunos quanto de professores que utilizam dos recursos hipertextuais em seu dia-a-dia, de forma geral, e em específico em ambientes educacionais optamos por dar ênfase ao estudo dos hipertextos aplicados ao ensino.

## 1.1 HIPERTEXTO NA EDUCAÇÃO

O conceito de hipertexto surgiu nos anos 60, criado por Ted Nelson, como um sistema não linear de organizar e apresentar informações. Mais tarde, foram adicionados ao hipertexto os elementos que iriam constituir a base de desenvolvimento da não linearidade, os "nós" e as "ligações".

Atualmente, o hipertexto é definido como um conjunto de informações que é apresentado em formato de um texto digital, ao qual se integra outras informações na forma de blocos de textos, palavras, imagens, animações ou sons. O acesso a essas informações se dá por meio de referências específicas denominadas *hiperlinks*, ou simplesmente *links*. Esses

*links* são termos destacados no corpo de texto principal em forma de palavras, ícones gráficos ou imagens e têm a função de conectá-lo a diversos conjuntos de informação, oferecendo acesso às informações que estendem ou complementam o texto principal.

Segundo Portugal (2005), o surgimento do hipertexto mudou a velocidade da disseminação da informação se assemelhando ao modelo de aprendizagem proposto por diversos autores, dentre os quais se destaca David Ausubel, que considera o pensamento de forma não linear, onde a mente humana funciona em uma lógica de associações formando uma verdadeira rede (AUSUBEL, 1968).

A grande questão é a de como organizar hipertextos, que venham a configurar ambientes educacionais de forma a não limitar a exploração e a criatividade do aluno e ainda garantir que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados.

Tentando responder esta e outras questões, Pires e Veit (2006) sugerem que no contexto educativo o hipertexto deve ser organizado de forma a se ter um modelo de apresentação de conteúdos flexível que possa proporcionar a ligação entre diferentes tipos de informações a serem visualizadas em forma de texto, imagem e som, dentre outros. Isso possibilita ao aluno liberdade de desenvolvimento do estilo individual de aprendizagem, indo além do que se observa na mídia convencional, podendo proporcionar uma abordagem da aprendizagem centrada no aluno.

As informações apresentadas desta forma em hipertextos permitem o desenvolvimento de atividades de acordo com as necessidades individuais, podendo levar em consideração os conhecimentos já existentes e o estilo de aprendizagem do aluno.

Segundo Tavares (2008), existem determinados conceitos científicos difíceis de serem aprendidos por envolver um elevado grau de abstração e concentração. O uso de recursos computacionais, como a hipermídia, pode possibilitar o entendimento desses conceitos uma vez que permite flexibilidade de estudo e interação entre o conteúdo a ser estudado e o aluno. Essa interação se dá por meio de visualizações da aplicação do conceito em forma de imagens animadas, simulações e sons. Tal flexibilidade pode evitar uma sobrecarga cognitiva a estudantes de idades, habilidades e níveis de aprendizado variados, uma vez que cada um segue seu próprio ritmo de estudos.

Na opinião deste mesmo autor, Tavares (2006), o hipertexto se torna uma ferramenta inclusiva, já que estende para um maior número de pessoas a possibilidade de conseguir

visualizar e entender fenômenos naturais, entendimento que antes seria reservado apenas para aqueles estudantes com uma grande capacidade de abstração.

O acesso aos conteúdos num hipertexto ideal pode ser flexível, interativo e não sequencial entre os conteúdos e entre estes e o aluno. Esse processo é organizado preferencialmente em conformidade às necessidades e estilos individuais de aprendizagem de cada aluno ou grupo de alunos e não por uma sequência formal estabelecida pelo professor. Essa forma funcional de apresentação das informações em um hipertexto implica a necessidade de desenvolvimento de novas competências de autonomia e utilização crítica do material de estudo, que permitam aproveitar dessa flexibilidade para desenvolvimento da aprendizagem.

Não se pode negar que ao se ter liberdade e flexibilidade de navegação em um hipertexto pode se conduzir a uma sobrecarga de informações e ao surgimento de problemas de navegação. Tal situação pode acarretar a desorientação ou fazer com que os alunos se percam em meio ao emaranhado de informações. Essa situação muitas das vezes pode ser evitada na implementação e operacionalização dos ambientes de aprendizagem hipertextuais, por meio da criação de sistemas de referência (facilidade de acesso à interface, mecanismos de ajuda à navegação e nível de adequação à área de conhecimento).

Na visão de Portugal (2005), o hipertexto é um instrumento pedagógico eficaz para o aluno construir suas ideias e dar significado ao que se está aprendendo por meio de uma relação compartilhada, coletiva e social.

O hipertexto pode também favorecer o processo educacional ao possibilitar que o estudante se familiarize com as tecnologias da informação, com as quais deverá cada vez mais se deparar em seu dia-a-dia. O uso dessa ferramenta pode auxiliar o professor em vários pontos de sua aula. O material didático usual, quadro, livro e caderno, restringe a forma do professor estruturar sua aula. Com o uso da informática há mais uma oportunidade para se reduzir a fragmentação dos conteúdos e permitir uma melhor ligação entre as partes e o todo.

Entretanto, o material impresso continua sendo o meio de comunicação de maior acesso em ambientes escolares. Não necessita de uma fonte elétrica, pode ser facilmente acessado e transportado e a maioria dos adultos sabe como utilizá-lo. Apesar do uso de ilustrações ou fotografias, é impossível recriar o movimento utilizando apenas uma folha de papel impressa. A informação é sequencial, não sendo possível acessá-la globalmente, por apresentar uma visão de dimensão estática, sem possibilidade de mostrar com clareza uma

sequência de ações de vários ângulos, como o vídeo. Além disso, a correção e a distribuição do material nem sempre é simples. O uso dos hipertextos pode minimizar estas desvantagens dos materiais impressos.

Sendo assim, acreditamos que o uso de hipertextos no ensino pode proporcionar ao estudante estabelecer, conforme seu interesse, diversas associações entre os assuntos inter-relacionados, pode ampliar sua visão a respeito de um determinado tópico de estudo, melhorar sua capacidade de associar ideias e proporcionar a integração entre os novos conceitos aprendidos e os já existentes em sua estrutura cognitiva. Consideramos o tema Astronomia uma boa opção para conseguirmos verificar essas características do hipertexto, já que é possível relacionar a evolução do pensamento a respeito do movimento planetário aos fatos históricos da época, permitindo, também, verificar se o aluno consegue estabelecer associações entre os diversos assuntos relacionados e os existentes em sua estrutura cognitiva.

## 1.2 OS HIPERTEXTOS E O ENSINO DE ASTRONOMIA

No estudo de tópicos da Astronomia, como a Gravitação Universal, por exemplo, o estudante irá se deparar com conceitos considerados de difícil entendimento, tais como, campo gravitacional e forças que atuam a distância, além da descrição matemática considerada de difícil compreensão. É de se perguntar, então, em que momento os estudantes são capazes de compreender tais propriedades.

Nardi (1990) considera que indivíduos a partir do último ano do ensino fundamental já apresentam, em geral, concepções mais elaboradas que possibilitam o entendimento desses conceitos. Contudo, cabe ao professor identificar as ideias iniciai dos alunos a respeito do tema de estudo e propor atividades que possam proporcionar a oportunidade de se aprender mais.

A composição da estrutura dos tópicos de estudo de Astronomia, organizados em forma de um hipertexto, vem ao encontro da proposta de ensino sugerida por alguns autores e das pesquisas em Educação em Ciências. Segundo Pires e Veit (2006), a aplicação de hipertextos no ensino de Astronomia pode contribuir para aprendizagem, uma vez que motiva os estudantes a estudarem o tema. Moran (1994) salienta que a forma de apresentar os conteúdos no hipertexto, ilustrados com figuras, animações, vídeos, simulações e sons, pode

proporcionar maior envolvimento dos alunos, estimular a reflexão e favorecer a compreensão aprofundada das ideias.

Porém, deve-se tomar cuidado ao usar esses recursos. É notório que a quantidade de informações e produtos gratuitos e comerciais disponíveis para o ensino de Astronomia na *Web* é imensa. Muitos desses materiais são gratuitos, de boa qualidade e podem ser comparados aos produtos comerciais que, apesar de serem mais completos e possuírem muitas funcionalidades, ultrapassam as necessidades para uma utilização no ensino fundamental. No entanto, existe uma grande quantidade de amadores e curiosos que disponibilizam diversas informações na *Web* e, portanto, não se pode confiar plenamente em tudo que ali se encontra. Assim, a seleção desses materiais é fundamental para que se tenha a qualidade de ensino desejada.

Outro ponto fundamental que deve ser discutido ao se adotar os hipertextos no ensino é a postura do professor. Nesse novo contexto ele deve encarnar o papel de mediador do processo de ensino aprendizagem, passando assumir, portanto, características de parceria.

## 1.3 O PROFESSOR COMO MEDIADOR EM MEIO ÀS NOVAS TECNOLOGIAS

O que se percebe atualmente, devido às diversas formas de divulgação das informações pela mídia e a popularização do acesso a elas, é que já não é mais aceita a figura do professor como único detentor do conhecimento em sala de aula. Segundo Masetto (2000), diante dessa nova situação o professor deve assumir uma postura diferente da corriqueira, a de mediador no processo de ensino e aprendizagem. O professor torna-se um parceiro do aluno, ele sugere ao aluno um caminho que possa facilitar a aprendizagem, direcionando os processos. Deve ser criativo e articulador da aprendizagem.

Mas como alcançar essa postura diante de tantos problemas que interferem na educação brasileira?

Moran *et al.* (2000) coloca que muitas das formas de se ensinar, usadas no passado e ainda hoje, não devem ser mais aplicadas. O professor necessita pensar em uma educação que proporcione a autonomia do aluno. No entanto, essa autonomia não depende apenas do aluno querer aprender, mas também de sua motivação e da forma com que são apresentados a ele os temas de estudo. Esse autor defende a construção do conhecimento por meio de processos que permitam liberdade em estudar e que sejam menos rígidos com conexões mais abertas, onde o

aluno possa ir de um tópico a outro, na tentativa de encontrar sentido naquilo que está pretendendo aprender.

Cada vez mais vêm sendo ampliadas as formas de divulgação das informações nos meios de comunicação e, na mesma proporção, vem aumentando o acesso dos alunos a essas informações. Segundo Moran *et al.* (2000), diversos desafios são enfrentados pelo educador na tentativa de apropriar-se dessa nova maneira de ensinar. Para esse autor, nesta nova configuração da postura do professor, existem atribuições importantes que devem ser levadas em consideração. Entre elas, o professor deve ajudar os alunos a dar significados às informações oriundas dessas mídias e, também, ajudá-los e orientá-los a escolher quais informações são verdadeiramente importantes, entre tantas opções, além de possibilitar que o aluno possa compreendê-las de forma mais geral e específica.

Nessa nova configuração de ensino as atribuições tanto da escola como a dos professores se tornam mais importantes do que nunca, pois essas tecnologias e diversas mídias podem trazer dados, imagens e resumos de forma rápida e muito mais atraentes do que as aulas tradicionais (quadro-negro, giz e livros). Dependerá cada vez mais do professor direcionar os estudos dos alunos ajudá-los a interpretar essas informações, a relacioná-las a outras já aprendidas e a contextualizá-las. O professor torna-se um orientador do processo de aprendizagem do aluno ao escolher as informações mais importantes e trabalhar para que elas assumam significados para o mesmo.

# CAPÍTULO 2

## REVISITANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Neste capítulo, descreveremos alguns pontos da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores, que consideramos importantes para o desenvolvimento de nossa pesquisa. Não pretendemos, nesse texto, esgotar o assunto. Faremos, apenas, uma releitura da obra de alguns autores que contribuíram para o desenvolvimento da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Segundo Ausubel (1968), a mente humana possui uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos. Essa estrutura é constantemente e continuamente modificada pela assimilação de novos conceitos, proposições e informações. Uma informação é aprendida de forma significativa, quando se relaciona a outras ideias, conceitos ou proposições relevantes e inclusivos que estejam claros e disponíveis na mente do indivíduo. Os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do sujeito seriam os suportes em que o novo conhecimento se apoiaria. A esse processo Ausubel denominou de *"ancoragem"*. Essas ideias ou conhecimentos anteriores funcionam como âncoras, chamadas por Ausubel (1968) de *"subsunçores"*.

Assim, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, Joseph D. Novak e colaboradores baseia-se na ideia de que quando a nova informação se relaciona de maneira substantiva a algum aspecto já existente na estrutura cognitiva do indivíduo se produz um processo que conduz à Aprendizagem Significativa. Para que ocorra a aprendizagem significativa a nova informação deverá interagir com os conhecimentos anteriores dos alunos.

Segundo Ausubel (1968), a aprendizagem significativa pode ocorrer por recepção ou por descoberta. Na aprendizagem receptiva, a informação é apresentada ao aluno em sua forma final, já na aprendizagem por descoberta, o conteúdo a ser aprendido necessita ser descoberto pelo aluno. No entanto quando um novo material de estudo é armazenado havendo a internalização e incorporação à estrutura cognitiva do indivíduo de maneira literal, arbitrária e sem significado, a aprendizagem é dita mecânica.

Ausubel não vê uma relação direta entre a aprendizagem por recepção e aprendizagem mecânica. Para ele, a aula expositiva não gera necessariamente uma aprendizagem mecânica, assim como a aprendizagem por descoberta gerará sempre

aprendizagem significativa. Existe, no entanto, diversas formas de combinação desses elementos, de tal forma que podemos ter aprendizagem por recepção e aprendizagem significativa. A mesma coisa acontece em relação à aprendizagem por descoberta (aprendizagem dirigida, induzida por problemas) que pode gerar aprendizagem mecânica se se restringir apenas à aplicação de fórmulas. (AUSUBEL, 1968)

A Figura 1, proposta por Novak, representa o continuum entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. Nela a aprendizagem receptiva e por descoberta estão em um contínuo distinto do contínuo da aprendizagem mecânica e significativa. As formas típicas de aprendizagem são apresentadas para ilustrar diferentes "posições" representativas na matriz. Segundo Novak,

> [...] o máximo da aprendizagem significativa seria aquela que se situa no extremo dos dois contínuos, ou seja, aquela que resulta, por exemplo, da pesquisa científica, que advém da combinação entre aprendizagem por descoberta autônoma e aprendizagem significativa." (NOVAK, 1981, p.81).

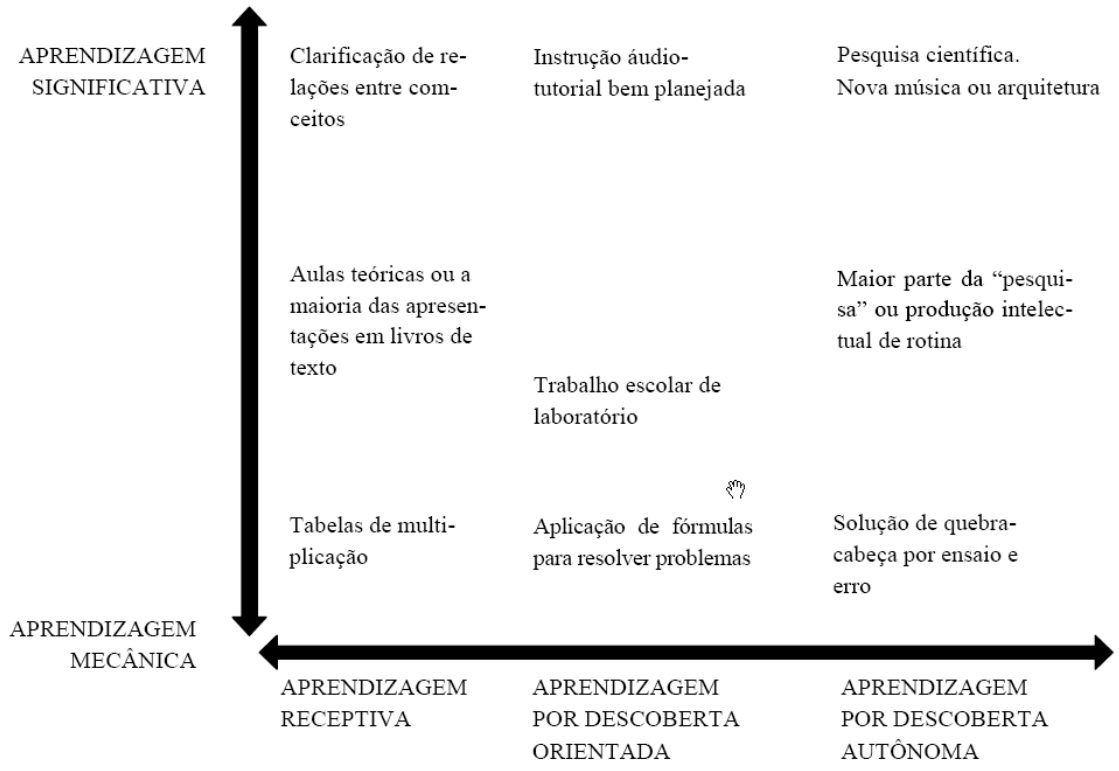



Figura 1 – Contínuos entre a aprendizagem receptiva e por descoberta e entre a aprendizagem mecânica e a significativa. (NOVAK, 1981, p.81, adaptado).

Ausubel afirma que não basta que o material a ser apresentado ao sujeito seja potencialmente significativo, mas é necessário que esse material tenha significado para ele e que ele, o sujeito, tenha os subsunçores necessários para que a nova informação possa ser

ligada a conceitos presentes em sua estrutura cognitiva e, ainda, é necessário que o sujeito manifeste disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária em sua estrutura cognitiva. (AUSUBEL, 1968).

O autor afirma, ainda, que quando uma ideia, conceito ou proposição potencialmente significativo é assimilado por um subsunçor mais inclusivo, existente na estrutura cognitiva do sujeito, ocorre a aprendizagem subordinada.

## 2.1 APRENDIZAGEM SUBORDINADA

No processo de aprendizagem subordinada, a nova ideia, conceito ou proposição a ser assimilado tem seu processo de assimilação facilitado pelo subsunçor ao qual será ancorado. Nesse processo de subordinação, o novo conceito a ser assimilado modifica também o conceito ancoradouro. A Figura 2 ilustra as etapas da aprendizagem e retenção de uma ideia subordinada em relação a sua força de dissociabilidade, propostas por Ausubel.

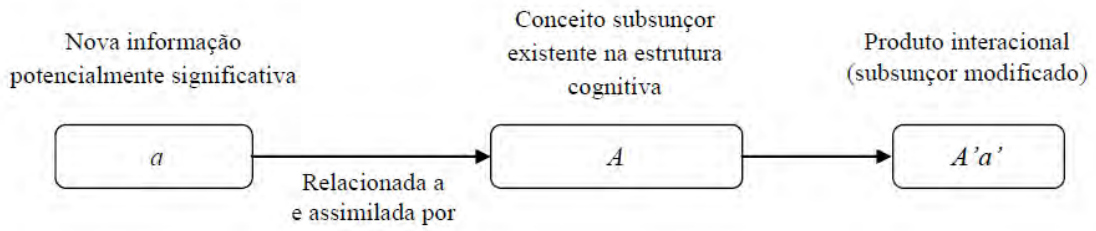



Figura 2 – Etapas da aprendizagem e retenção de uma ideia subordinada. (AUSUBEL, 1968 p. 91, adaptado).

Nesse processo de subordinação, a nova informação *a*, potencialmente significativa, ao ser assimilada provoca modificações no subsunçor *A*, mais inclusivo existente na estrutura cognitiva do sujeito. O resultado dessa interação, entre a nova informação e o subsunçor, gera uma informação que não necessariamente é igual à nova informação *a* ou igual ao subsunçor *A*. Para Ausubel, o produto da interação entre *a* e *A* está sujeito a diversas modificações ao longo do tempo. Ele considera que, após algum tempo, o resultado dessa interação (*A'a'*) pode ser dissociado em *A'* e *a'*, beneficiando assim a retenção de *A'*. Moreira (2006) salienta que esse processo interacional, *A'a'*, é contínuo e dinâmico, fruto de diversas interações entre as ideias dos alunos e os conceitos ensinados.

O processo de subordinação é complexo, visto que a nova informação também pode relacionar-se com outros subsunçores. No entanto, no decorrer do tempo as novas informações tendem a ser reduzidas e esquecidas, sendo assimiladas pelos subsunçores. Após essa fase de obliteração, *A'a'* reduz-se a *A'* caracterizando o esquecimento. Logo, a ideia

representada inicialmente por *a* dificilmente poderá ser evocada da mesma maneira que foi assimilada. Segundo Novak (1981, p. 62), *"é neste processo interativo entre o material recém-aprendido e os conceitos existentes (subsunçores) que está o cerne da teoria da assimilação de Ausubel"*.

A aprendizagem subordinada pode ocorrer de duas maneiras: por derivação e por correlação.

Na aprendizagem derivativa, o novo material é assimilado como um exemplo específico de um conceito previamente estabelecido na mente do sujeito, ou então, de alguma maneira, ilustra uma proposição mais geral. Nesse caso, o novo material tende a sofrer os efeitos da obliteração.

Por exemplo, quando o conceito de força está disponível e claro na estrutura cognitiva do aluno, fica mais fácil apreender por derivação que peso e atrito também pertencem ao mesmo grupo conceitual. É mais fácil aprender por derivação, desde que o conceito subsunçor esteja claro, disponível e estável na estrutura cognitiva do sujeito. No entanto, torna-se também mais fácil o esquecimento do novo material, subsumido pela estrutura cognitiva que tende a reduzir-se a um menor denominador.

O processo usual de aprendizagem de novos conceitos se dá através da aprendizagem correlativa, nesse processo a nova informação é um exemplo que contribui para aumentar o significado de uma ideia mais ampla que já se sabe. Por exemplo, ao se aprender o conceito força gravitacional, como um tipo de força que atua a distância, fica mais fácil acrescentar outros conceitos de forças, como a elétrica e a magnética, que também se utilizam da interação à distância.

Ainda segundo Ausubel (1968), dependendo da natureza do material a ser aprendido e da estrutura cognitiva do aprendiz, a aprendizagem pode se dar por superordenação ou por combinação.

## 2.2 APRENDIZAGEM SUPERORDENADA

Conforme a teoria da aprendizagem significativa, uma nova aprendizagem apresenta uma relação superordenada para a estrutura cognitiva do sujeito, quando se aprende uma nova proposição inclusiva (mais geral) que contribuirá para o surgimento de várias outras ideias. Ausubel (1968) destaca que a aquisição de significado superordenado ocorre mais comumente

na aprendizagem conceitual do que na proposicional. Um exemplo é quando o aluno aprende os conceitos de posição, velocidade e aceleração e percebe que eles podem ser agrupados sob um novo termo: *"movimento variado"*.

## 2.3 APRENDIZAGEM COMBINATÓRIA

Na aprendizagem combinatória, as novas informações não são relacionáveis às ideias relevantes e particulares da estrutura conceitual do indivíduo. Ou seja, esta nova informação não é exemplo nem generalização daquilo que se pode usar como âncora para que ela seja assimilada na estrutura cognitiva do indivíduo. Assim, se apresentam inicialmente mais difíceis de serem aprendidas e evocadas pelo sujeito. Segundo Ausubel (1968), embora o aluno tenha maior dificuldade neste tipo de aprendizagem, ela pode ter a mesma estabilidade das aprendizagens subordinada e superordenada.

Um exemplo deste tipo de aprendizagem é o caso da "comparação" que corriqueiramente se faz entre um sistema elétrico e um hidráulico. Nesse caso, usam-se conceitos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, que tenham relação aos sistemas hidráulicos, para ensinar os novos, que guardam alguma relação com os conceitos antigos que, por sua vez, servirão como âncora. Sabemos que os sistemas elétricos não são uma generalização, nem um exemplo dos hidráulicos, e vice-versa. No entanto, por meio dessa "comparação", pode tornar-se mais fácil para os alunos começar a lidar com os novos conceitos da eletricidade, a partir de conceitos relativos à hidráulica, com os quais já estariam acostumados.

Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel (1968) propôs o uso de instrumentos que ele denominou de organizadores prévios ou antecipatórios.

## 2.4 ORGANIZADORES PRÉVIOS

Os organizadores prévios são utilizados quando o sujeito não dispõe de "*subsunçores*" que ancorem novas aprendizagens, ou quando for constatado que os subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva não são suficientemente claros e estáveis para desempenhar as funções de ancoragem do novo conhecimento. Esses instrumentos

também podem servir como ativadores de subsunçores que não estavam sendo usados pelo indivíduo, mas que estão presentes na sua estrutura cognitiva.

Segundo Moreira (2006), os organizadores são materiais introdutórios (textos, trechos de filmes, esquemas, desenhos, fotos, pequenas frases afirmativas, perguntas, apresentações em computador, mapas conceituais etc.), apresentados ao aluno em primeiro lugar, num nível de maior abrangência, que permita a integração dos novos conceitos a serem aprendidos. Eles são mais abrangentes e mais inclusivos do que os conceitos que serão posteriormente apresentados.

A principal função dos operadores prévios é fornecer subsídios relevantes para aprendizagem dos conceitos que se deseja. Eles podem constituir importantes instrumentos de contextualização sociocultural, uma vez que criam associações referentes ao conteúdo estudado.

Moreira (2001) sugere que a vantagem de se usar um organizador prévio, em um nível mais alto de abstração, é que pode se aproveitar da visão geral do conteúdo para reativar possíveis subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aluno, relacionada ao novo material, e ao explorar as particularidades desse material de estudo pode se proporcionar uma situação que leve a "*ancoragem"* desse novo material aos conceitos mais gerais existentes em sua estrutura cognitiva.

Outro ponto importante nessa relação ensino aprendizagem é a avaliação, que constitui um dos assuntos mais polêmicos da educação. Existem várias concepções e dúvidas acerca dela. Essa preocupação também perpassa a aprendizagem significativa.

## 2.5 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Segundo Novak (1981), para que se alcance uma avaliação que mostre realmente se os alunos apreenderam determinado conceito é necessário avaliá-los de forma não corriqueira. Muitas vezes o que acontece nas avaliações convencionais aplicadas em sala de aula é que o aluno memoriza os conceitos e responde as avaliações da forma que o professor desejava. Ao proporcionar uma avaliação em que os alunos não estão acostumados, ela exige deles raciocínio e exploração do que eles apreenderam. Então os conceitos que realmente foram apreendidos pelos alunos se mostram.

De acordo com Ausubel (1968), devem-se contrastar as respostas dos alunos com outras repostas oriundas de modos diferentes de se perguntar a mesma coisa. É interessante observar que, quando se compara o uso de um mesmo conceito em questões que o colocam em contextos diferentes, os resultados podem parecer contraditórios. Mesmo que os alunos tenham mostrado entender o conceito e em outro momento tenham usado um termo vago não necessariamente significa *"retrocesso"*, mas, simplesmente, um modo de expressão corriqueira para ele.

Assim, acredita-se que a utilização de outros instrumentos avaliativos, que não os tradicionais, como o fórum de discussão, por exemplo, podem contribuir para a avaliação da aprendizagem significativa.

No caso do fórum, ele estimula e promove um maior nível de comunicação entre professor e aluno. Ele reúne possíveis possibilidades para apoiar o desenvolvimento do estudo ao longo da sua trajetória, levando em conta os interesses, conhecimentos, experiências e reais necessidades dos alunos. Essa metodologia visa proporcionar formas de avaliação diferentes daquelas corriqueiras vivenciadas pelos alunos, pois permite a participação interativa por meio de registros escritos e possibilita ao professor verificação e discussão dos conceitos expressos pelos alunos que podem ser revistos sempre que for necessário.

Trata-se de um instrumento de comunicação assíncrono, que armazena todos os dados, viabilizando e estimulando a constante troca de informações sem que haja a necessidade de reunir todos os interlocutores em um mesmo local e em um mesmo instante de tempo. As informações coletadas e armazenadas pelos sistemas permitem ao professor acompanhar a participação e o desenvolvimento dos alunos, o que possibilita identificar a ocorrência de aprendizagem significativa e, se necessário, a adoção de medidas que possibilitem a reestruturação dos conceitos ali apresentados.

Não se trata de sugerir que sejam abolidas as avaliações já consagradas, como por exemplo, as provas e testes, a autoavaliação, a avaliação por meio de portfólio e relatórios, uma vez que bem elaboradas podem contribuir de forma satisfatória na avaliação da aprendizagem. Trata-se somente de apresentar mais um instrumento que, acredita-se, se usado de forma criteriosa, pode contribuir eficazmente para o processo de avaliação.

# CAPÍTULO 3

# METODOLOGIA DA PESQUISA

Como nossa intenção era a de analisar as implicações da inserção de recursos da informática no processo de ensino aprendizagem de Ciências no 9º ano do ensino fundamental, optamos pelo enfoque da pesquisa participante que, segundo Brandão (2006), visa maior aproximação entre o pesquisador e o objeto da pesquisa. O autor enfatiza que essa metodologia procura proporcionar o desenvolvimento da autonomia dos indivíduos respondendo suas necessidades básicas. Gajardo (1986) sugere que esse enfoque privilegia trabalhos realizados em situações corriqueiras de trabalho. Esse enfoque utiliza-se do diálogo como meio de comunicação mais importante no processo de estudo e coleta de dados onde o objeto é a meta de estudo. A pesquisa é entendida como contribuição prática para a transformação social. Neste contexto o pesquisador trabalha inserido no grupo a fim de elaborar perspectivas e experimentar ações que possam colaborar para o desenvolvimento de suas práticas e do grupo pesquisado.

Gajardo (1986) sugere ainda que se deve valorizar os conhecimentos populares e torná-los ponto de partida do processo educacional. Nesse sentido, esse enfoque da pesquisa busca resgatar elementos próprios da cultura desses grupos para utilizá-los na elaboração de práticas educativas que busquem a autonomia do educando. Ela sugere também a construção de materiais que contemplem os conhecimentos e se relacionem com a cultura dos grupos. Esses pontos estão de acordo com as propostas da Aprendizagem Significativa. Esses materiais se configuram como facilitadores da aprendizagem, valorizando a cultura e os conhecimentos desses grupos.

Segundo a autora, a função da pesquisa que se utiliza desse enfoque não está destinada à formulação acadêmica de novas teorias, mas a gerar uma informação destinada aos grupos de base e ao mesmo tempo compreender a lógica e o funcionamento do sistema social em seu conjunto.

Neste capítulo, pretendemos abordar e discutir tal a metodologia que delimita o processo de desenvolvimento desta pesquisa. Nesse sentido ela é de fundamental importância e faz com que o pesquisador não enverede por caminhos que o distanciem de seu tema. São nestes aspectos que pautaremos nossas análises.

## 3.1 O CAMINHO DA PESQUISA

Antes de iniciarmos a pesquisa, o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – COEP – da Universidade Federal de Goiás (ANEXO A).

A pesquisa foi desenvolvida com os alunos de uma escola pública da região norte da cidade de Goiânia, Goiás. Os pais dos alunos menores de 18 anos tomaram ciência do projeto a ser desenvolvido e deram o consentimento para a participação de seus filhos por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE A), que descrevia todas as etapas da pesquisa, suas consequências e implicações da participação de seus filhos.

Qualquer aluno poderia participar da pesquisa, bastando que fosse autorizada sua participação pelos pais ou responsáveis. Foi destinado um horário de atendimento aos pais que necessitassem de esclarecimentos, pessoalmente ou por telefone. Os alunos menores somente iniciaram sua participação na pesquisa após a assinatura dos pais no TCLE. Garantiu-se a liberdade dos responsáveis de recusar a participação de seu filho ou de retirar seu consentimento em qualquer momento, sem penalização ou prejuízo algum para ele. Felizmente, isso não ocorreu, pois os pais entenderam a finalidade da pesquisa e a importância dela para o aprendizado de seus filhos. Foi feito, também, um Termo de Consentimento para as pessoas maiores de 18 anos (professores, gestores e alunos) (APÊNDICE B).

A direção da escola e os professores de Ciências, licenciados e atuantes em turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, se mostraram interessados e aceitaram participar da pesquisa. A pesquisa foi realizada com 78 alunos desses professores.

Essa população, alunos do 9º ano, se justifica, pois os PCN's (BRASIL,1998) recomendam que o ensino da Astronomia seja iniciado nos últimos anos dessa etapa do ensino regular, no eixo temático "*Terra e Universo*" (um dos quatro eixos da área de Ciências Naturais). Outro fator que motivou a escolha 9º ano é o fato de os alunos já possuírem maturidade suficiente para o uso do computador.

A escolha da escola se deveu a ela possuir:

a) o 9º ano do ensino fundamental (antiga 8ª série);
b) laboratório de informática conectado a Internet;
c) número adequado de computadores (no máximo dois alunos por máquina);
d) professor de Ciências com licenciatura na área;
e) concordância com o desenvolvimento da pesquisa.

## 3.2 O HIPERTEXTO “FÍSICA NA GRAVITAÇÃO”

Com auxílio de recursos computacionais, foi possível elaborar um material de uso didático a respeito do tema Astronomia, que tentou suprir as necessidades do conteúdo a ser trabalhado. A construção desse material didático, intitulado Física na Gravitação, foi organizada em duas etapas:

a) Construção inicial – quando foram construídas as bases do hipertexto.
b) Pré-Avaliação – o material foi testado com alunos do primeiro período do curso de licenciatura em Física com a finalidade de verificar a ocorrência de possíveis erros estruturais ou conceituais.
c) Reconstrução – quando foram reformuladas as ideias, ordens de apresentação e relações conceituais presentes no hipertexto, a partir das análises dos dados oriundos do questionário inicial aplicado aos alunos.

Alguns autores sugerem que o material de estudo seja organizado conforme os subsunçores identificados dos alunos, mas devido ao pouco tempo entre a aplicação do questionário inicial e a realização das aulas e também a grande quantidade de conteúdo presente no material de estudos, optou-se por sua construção prévia.

A construção prévia do material levou 14 meses, de outubro de 2008 a novembro de 2009. Foram levados em consideração os possíveis subsunçores que esperávamos encontrar na estrutura cognitiva dos alunos e que fossem relevantes à aprendizagem do conteúdo. Por exemplo, conceitos de força, de gravidade, de movimento, de aceleração, de corpos celestes, dentre outros.

Durante a elaboração do hipertexto atentou-se às seguintes ideias:

a) simplicidade: *design* simples, que desviasse o mínimo a atenção dos alunos (Figura 3);
b) cores: uso de tons que causassem a sensação de bem estar;
c) facilidade de navegação e estruturação: facilidade para localizar temas e proporcionar rapidez de navegação;
d) interface acessível: opção de navegar entre as várias páginas do hipertexto, bastando clicar nos *hiperlinks* escritos em cor azul escuro.
e) Adequação da abordagem ao 9º ano do ensino fundamental, concentrando em aspectos conceituais e utilizando-se de pouca matemática.

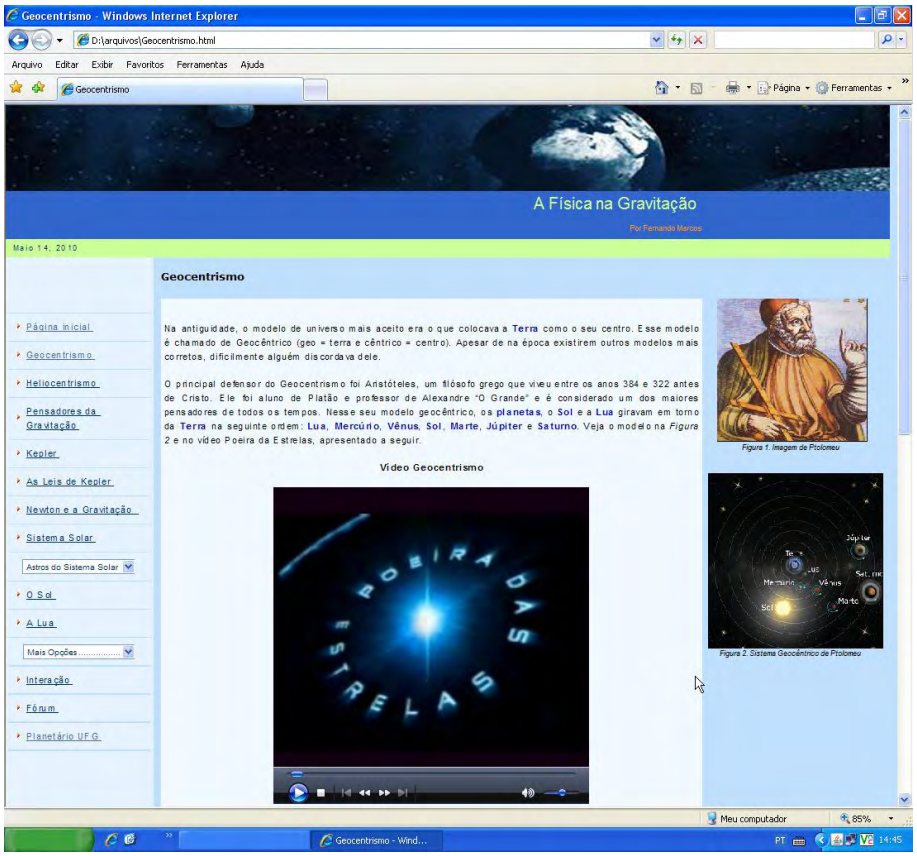



Figura 3 – *Design* de estruturação do hipertexto.

O hipertexto foi confeccionado com textos, imagens, sons, simulações, vídeos, jogos e *apletts*[1], distribuídos entre suas dez páginas principais e outras 32 páginas auxiliares.

Os textos e muitas figuras e animações são de autoria própria. Quando não, houve o cuidado de buscar sempre referências em livros e em sítios da Internet de Instituições de reconhecido valor, tais como, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, Planetário da Universidade Federal de Goiás, National Aeronautics and Space Administration – NASA, European Space Agency – ESA, dentre outros. Todas as referências estão devidamente citadas ao longo do hipertexto.

Os *hiperlinks* de cada página, que são originalmente de cor azul escuro, após serem acessados, assumem a cor azul claro, proporcionando identificar as páginas já visitadas. No final de cada página há o botão *"voltar"* que é um *link* para que o usuário, ao clicá-lo, retorne

[1] A*pplet* é um pequeno programa que permite a animação de imagens e figuras e ainda possibilita interação com o usuário. O usuário pode, por exemplo, fornecer ao programa a posição e a velocidade iniciais e aceleração do móvel e o programa apresenta a velocidade e a posição, desse móvel, em um determinado instante.

à página anteriormente visitada. Há, também, o botão “próximo” que é um *link* que direciona a uma sequência lógica sugerida pelo professor pesquisador. É útil para aqueles pouco acostumados com o uso desse tipo de material de estudo, pois orienta a sequência, não o deixando se sentir perdido, conforme for “clicando” nos diversos *links* do hipertexto. Além disso, leva-o a percorrer diversas páginas do hipertexto, garantindo, assim, a passagem pelos principais pontos de estudo do tema.

Para facilitar o uso do hipertexto, foi colocada uma barra de navegação lateral, conforme a apresentada na Figura 4, onde constam suas principais páginas. Essa barra lateral permite, à vontade do usuário, que se percorra os diversos assuntos do hipertexto, na sequência em que desejar, sem o risco de ficar perdido entre as páginas.

Figura 4 – Barra lateral de acesso aos temas do hipertexto.

A proposta de estudo dos conceitos a respeito do tema gravitação, apresentada pelo hipertexto, segue uma estrutura hierarquizada, conforme o Mapa Conceitual apresentado na Figura 5. Esse Mapa foi organizado de tal forma a se ter uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos. Segundo Ausubel (1968), essa forma de apresentar os temas de estudo, se constitui como um recurso potencialmente facilitador da assimilação da matéria de ensino e, de acordo com Novak (1998), os Mapas Conceituais são utilizados, entre outros, para auxiliar a ordenar uma sequência de conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno, tornando o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo.

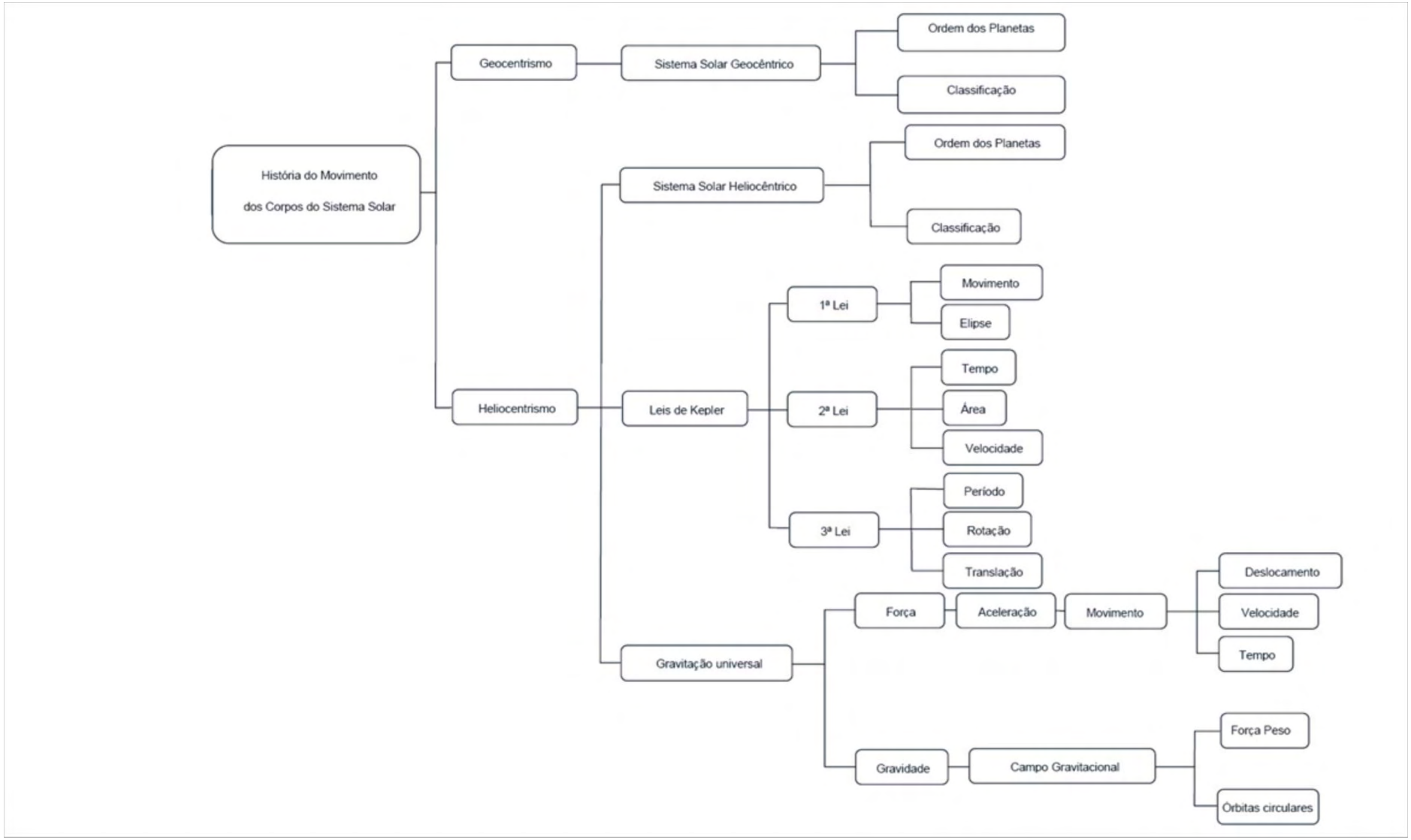



Figura 5 - Mapa conceitual estruturado de acordo com subsunçores identificados nas análises do questionário inicial aplicado aos alunos.

Machado (2006) salienta que o uso dos mapas conceituais, aliados a imagens filmes e animações, na construção de hipertextos constituem trilhas de sequências de telas que facilitam os processos de diferenciação progressiva permitindo a formação de conexões não arbitrárias e substanciais na estrutura cognitiva do aluno.

Após a construção do hipertexto, iniciou-se a próxima etapa: a pré-avaliação – projeto piloto. Com intuito de avaliar a metodologia de aplicação e sua estrutura, além de identificar possíveis erros conceituais apresentados pelo material, o projeto foi aplicado como piloto a 35 alunos do primeiro período do curso de licenciatura em Física da UFG e a 10 do bacharelado. Separadamente, os alunos dos dois cursos foram levados ao laboratório quando tiveram a oportunidade de navegar entre as diversas páginas do hipertexto. Durante esta navegação os alunos apontavam os pontos críticos que eram cuidadosamente anotados pelo pesquisador. O processo de navegação dos alunos foi gravado em áudio e vídeo para possibilitar uma análise posterior. Durante todo o processo de navegação o pesquisador auxiliou a navegação dos estudantes, identificando nas hiperligações os problemas estruturais.

Após a análise dos resultados desse piloto, foi possível corrigir os problemas encontrados e inserir as sugestões pertinentes desses alunos com a finalidade de verificar e corrigir a ocorrência de possíveis erros estruturais ou conceituais.

Posteriormente a estas correções, iniciamos a execução do projeto com os alunos do ensino fundamental que participariam da pesquisa.

Em um primeiro contato com essa turma de alunos, foi aplicado um questionário inicial (APÊNDICE E) para levantarmos os subsunçores presentes. Com esses dados, iniciamos a segunda etapa do projeto: a reconstrução do hipertexto. A análise dos dados obtidos nesse questionário inicial foi de fundamental importância para essa reconstrução, pois, a partir dela, todo o hipertexto foi reorganizado, levando-se em consideração os subsunçores previamente identificados.

Diversas modificações foram realizadas no hipertexto com a finalidade de proporcionar aos alunos um material de ensino que levasse em consideração seus subsunçores identificados. O Mapa Conceitual, apresentado na Figura 5, se refere a essa nova estrutura. Entre as modificações realizadas, tanto no hipertexto, quanto na estrutura de apresentação dos temas a serem estudados pelos alunos, destacamos a ordem de apresentação do material. A versão original iniciava com o modelo geocêntrico de Sistema Solar e a versão reconstruída inicia com a história das teorias a respeito do movimento dos corpos do Sistema Solar,

direcionando a dois eixos temáticos: a história do Geocentrismo e seus modelos e a história do Heliocentrismo e suas implicações.

Consideramos que iniciar pela apresentação da evolução dos conceitos do movimento planetário proporciona ao aluno uma visão mais geral do assunto a ser estudado, o que pode tornar o material potencialmente significativo. Essa ideia de apresentação dos materiais de estudo vai ao encontro das ideias de Ausubel. Segundo o autor deve-se iniciar os estudos com temas mais abrangentes e inclusivos do que os conceitos que serão apresentados posteriormente e, segundo Moreira (2001), permitem a mobilização de possíveis conceitos válidos na estrutura cognitiva potencialmente relevante para desempenharem o papel de *"subsunçores"* com relação ao novo material a ser aprendido.

## 3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA E DE ANÁLISE DE DADOS

A coleta e a análise dos dados foram estruturadas em cinco fases:

a) entrevistas com professores e gestores da escola e análise dos documentos oficiais;
b) questionário inicial, aplicado aos alunos;
c) observações do ambiente educacional;
d) aulas no laboratório de informática e participação dos alunos no Fórum de discussão;
e) questionário final aplicado aos alunos.

Inicialmente, foram realizadas entrevistas semiestruturadas (APÊNDICE C) com os dois professores de Ciências das turmas, gestores da escola (APÊNDICE D) e, também, uma análise dos documentos oficiais da escola (Projeto Político Pedagógico), com o objetivo de entender o funcionamento do ambiente educacional e o uso da informática como ferramenta educativa na escola. As entrevistas com os professores foram gravadas em áudio e, posteriormente, descritas em quadros temporais para análises.

Como citado anteriormente, no início dos trabalhos aplicamos um questionário do tipo sondagem (APÊNDICE E), para tentar identificar as ideias que os alunos tinham em relação ao tema de estudo proposto. Esse questionário, que inicialmente serviu para a reconstrução do hipertexto, teve caráter semiaberto. Nele o aluno pôde se expressar livremente de forma que suas ideias nos deram indícios para a criação de categorias de análise para que com elas

identificássemos os possíveis subsunçores onde o material de estudo seria ancorado e, também, para possibilitar reflexões a respeito do ensino do tema proposto (RICHARDSON, 1985).

A análise dessas categorias criadas nos possibilitou identificar as ideias iniciais dos alunos que poderiam servir como ancoradouros para os novos conceitos a serem ensinados por intermédio do hipertexto. Os conceitos mais recorrentes identificados nessas análises proporcionaram a reestruturação do mapa conceitual, apresentado na Figura 5. A partir dessa nova estrutura do mapa conceitual e levando-se em consideração os subsunçores identificados nos alunos e algumas sugestões dos professores das turmas, o hipertexto foi reconstruído e reorganizado de forma a torná-lo possivelmente potencialmente significativo.

Após a reconstrução desse material e juntamente com os professores das turmas, realizamos um planejamento didático para sua aplicação (planejamento das aulas). Diante da proposta de Brandão (2006) a respeito da pesquisa participante, se fazia necessário utilizar apenas o tempo previsto no planejamento da escola destinado ao ensino do tema de estudo, Gravitação Universal, a fim de que pudéssemos proporcionar aos professores de Ciências da escola a possibilidade de aplicação futura desse trabalho em outras turmas e não apenas realizar uma pesquisa que não colaborasse com a prática vivenciada por aqueles professores. Seguimos, também, a proposta de Masetto (2000), que considera que o professor torne-se um parceiro do aluno, sugerindo caminhos que possam facilitar a aprendizagem.

Então, seguindo o cronograma das aulas de Ciências da escola, foram planejados mais três encontros, além do primeiro, quando foi aplicado o questionário inicial. Esses encontros ocorreram, separadamente, com cada uma das três turmas selecionadas e tiveram a duração de duas aulas cada (1hora e 50 minutos): dois encontros para as atividades no laboratório de informática e um para a aplicação do questionário final. Ao todo, incluindo a aplicação do questionário inicial, foram 8 horas-aula.

No segundo encontro, levamos os alunos ao laboratório de informática e solicitamos que eles formassem grupos com dois alunos por máquina, conforme sua preferência.

Foi criado, nos computadores do laboratório da escola, um *link* de fácil acesso, que os levava diretamente ao material de estudo. Os alunos tiveram a oportunidade de navegar entre as diversas páginas do hipertexto construído, orientados pelo professor pesquisador, que enfatizou os pontos principais e relevantes para a assimilação dos conceitos a respeito do tema estudado. Quando percebia ser pertinente, questionava os alunos a respeito dos conceitos importantes, mostrando a eles os conceitos socialmente aceitos.

Os dois encontros no laboratório contaram, também, com o auxílio do professor da turma, que em determinados momentos prestava atendimento individualizado em cada grupo. Em momento algum o professor pesquisador fez imposições aos alunos a respeito do que deveria ser acessado. Ao final do primeiro encontro no laboratório, foi fornecida, aos alunos, uma cópia do hipertexto gravada em um *Compact Disc* – CD (APÊNDICE H), com a finalidade de proporcionar-lhes a oportunidade de rever o material de estudo em outros momentos que não fossem exclusivamente a sala de aula.

Todos os encontros foram gravados em áudio e vídeo, no intuito de analisar as interações entre: o professor da turma e os alunos; os alunos e a ferramenta de apresentação do material de estudo; o professor da turma, os alunos e a ferramenta; os alunos entre si.

Imediatamente após o último encontro no laboratório de informática, aplicamos um novo questionário (APÊNDICE F) sobre o tema estudado. Sua finalidade era tentar identificar os novos conceitos apreendidos pelos alunos e sua relação com os subsunçores identificados no questionário inicial e com outros conceitos presentes em sua estrutura cognitiva que não puderam ser identificados inicialmente, verificando, portanto, se houve aprendizagem significativa.

Foi criado, também, um fórum virtual de discussão (APÊNDICE G) sobre tópicos do tema estudado, divulgado aos alunos ao final do primeiro encontro no laboratório. Essa ferramenta de discussão ficou disponível para o acesso até o final do segundo encontro no laboratório.

O fórum propunha discussões a respeito dos temas trabalhados nas aulas no laboratório de informática. Os alunos foram estimulados a participar das discussões e a responder os questionamentos ali presentes. A participação nos fóruns era facultativa e o aluno poderia, a seu critério, acessar o fórum e responder às indagações ou comentar as respostas postadas pelos colegas. O fórum foi constituído por cinco temas problematizadores que traziam as seguintes questões:

a) *Como podemos explicar as trajetórias dos planetas no Sistema Solar? Copérnico estava correto em sua afirmação quando falava desse movimento?*
b) *Ao abandonarmos dois corpos de pesos diferentes de uma mesma altura no mesmo instante, quem chega primeiro ao solo? Por quê?*
c) *Como podemos explicar as estações do ano (verão, outono, inverno, primavera)? Elas ocorrem em função do que?*

d) *Baseando-se nas leis de Kepler da gravitação universal, o que podemos dizer a respeito da velocidade de um planeta e seu movimento em torno do Sol?*

e) *Se a Terra realiza um movimento de rotação, por que os corpos em sua superfície não saem voando como resultado desse tipo de movimento?*

Essas questões vinham ao encontro das indagações presentes nos dois questionários aplicados aos alunos e aos questionamentos diretos feitos a eles durante as aulas no laboratório de informática e constituíram, assim, mais uma forma de avaliar a aprendizagem dos alunos.

Na metade do segundo encontro no laboratório, foi pedido aos alunos que acessassem e participassem do Fórum, a fim de proporcionar mais uma forma de tentar identificar quais conceitos foram realmente assimilados e qual o significado desses conceitos para eles. Segundo Novak (1981), essa metodologia avaliativa, ou seja, não usar uma ferramenta corriqueira, faz com que o aluno reelabore os conhecimentos existentes em sua estrutura cognitiva, proporcionando, assim, ao professor, a possibilidade de identificar se houve aprendizagem significativa.

Ao final desse segundo encontro, os alunos foram levados para a sala de aula quando, individualmente e sem consulta a qualquer tipo de material, responderam a um novo questionário (APÊNDICE F), contendo doze questões a respeito do tema em estudo. Sete das doze questões do questionário tinham caráter aberto e as outras cinco eram de múltipla-escolha. Esta forma de questionamento proporcionou aos alunos a oportunidade de se expressar livremente e suas repostas nos deram indícios para a criação de categorias de análise que nos possibilitaram reflexões a respeito das metodologias utilizadas no ensino do tema proposto.

A finalidade desse questionário era tentar identificar se o uso do hipertexto Física na Gravitação e o processo de mediação da aprendizagem proporcionaram a assimilação de novos conceitos e tentar identificar qual relação se estabeleceu entre os subsunçores, identificados no questionário inicial, outros conceitos presentes em sua estrutura cognitiva, que não puderam ser identificados inicialmente, e os conceitos ensinados nas aulas.

Também se tentou com ele verificar se tais metodologias contribuíram para uma aprendizagem significativa dos alunos e se os processos empregados ao longo do trabalho com os alunos se mostraram eficientes verificando, portanto, se houve aprendizagem significativa.

### 3.3.1 Análise dos dados

A fim de preservar o anonimato dos sujeitos da pesquisa, atribuímos, aleatoriamente, a cada aluno um código que nos permitiu identificá-los ao longo da pesquisa. Por exemplo, aluno 10A é o décimo aluno da turma A, aluno 01C é o primeiro aluno da turma C.

O processo de análise e discussão dos dados coletados foi dividido em quatro etapas:

1ª etapa – Análise das respostas dos alunos ao questionário inicial.

Inicialmente, foram analisadas as respostas de todos os alunos (78 alunos) que participaram do questionário inicial. Essa análise nos deu um panorama geral dos possíveis subsunçores que seriam explorados nas aulas, que contariam com os recursos da informática.

2ª etapa – Análise estatística comparada das respostas dos questionários inicial e final aplicado aos alunos.

Nesta etapa foram considerados apenas os questionários dos alunos que participaram da resolução tanto do questionário inicial quanto do questionário final.

3ª etapa – Análise descritiva comparada das respostas dos alunos aos questionamentos a respeito da queda dos corpos e atração gravitacional ao longo de toda pesquisa.

Nesta etapa foram analisadas as respostas dos alunos que participaram de todas as fases do processo. Por exemplo: respondeu o questionário inicial, participou das aulas com falas efetivas ou não, participou do fórum de discussão e respondeu o questionário final.

4ª etapa – Análise das entrevistas com os professores de Ciências das turmas, análise das entrevistas com os gestores e dos documentos oficiais da escola.

Buscou-se entender quais concepções os professores das turmas tinham a respeito do uso do computador como ferramenta pedagógica e a forma como vem sendo utilizado por eles e quais relações se estabelecem com os documentos oficiais da escola.

# CAPÍTULO 4

# RESULTADOS E ANÁLISES

Nesse capítulo, investigaremos se a inserção de recursos da informática contribui para o processo de ensino aprendizagem e discutiremos e analisaremos os resultados sob olhar da teoria da Aprendizagem Significativa estudada. As análises seguirão o seguinte caminho:

1 – apresentação dos resultados das respostas dos alunos ao questionário inicial e uma análise observando os conceitos que os alunos possuíam em relação ao movimento planetário do sistema solar, conhecimento relativo diversos corpos celestes e entendimento de força e do campo gravitacional.

2 – apresentação dos resultados das respostas comparadas entre o questionário inicial e questionário final aplicado aos alunos e uma análise dos pontos pertinentes a respeito das possíveis mudanças nos subsunçores dos alunos relacionadas aos conceitos de movimento planetário, força e campo gravitacional e suas relações com outros conceitos já existentes na estrutura cognitiva desses alunos.

3 – análise das respostas dos alunos a respeito dos conceitos de força gravitacional e da compreensão a respeito da queda dos corpos e sua relação com outros conceitos. Essas análises levaram em conta o desenvolvimento das respostas dos alunos ao longo de todo o processo permeando questionário inicial, questionamentos do professor pesquisador durante as aulas, Fórum de discussão e questionário final.

Os resultados das análises das entrevistas com os professores das turmas e gestores da escola não serão apresentadas separadamente. Elas nos deram subsídios para diversas colocações ao longo de toda a discussão dos resultados.

## 4.1 RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO INICIAL

A apresentação dos dados desta primeira etapa foi baseada nas respostas a uma questão, ou a um grupo de questões, que tentou explorar o mesmo conceito. As análises foram realizadas sob dois aspectos conceituais inicias dos alunos:

I o movimento dos planetas do Sistema Solar;

II a força gravitacional e campo gravitacional.

### 4.1.1 Conceito dos alunos a respeito do movimento dos planetas do Sistema Solar

As questões 1 e 2 do questionário inicial diziam respeito ao movimento dos planetas do Sistema Solar e tinham como objetivo identificar as concepções dos alunos a respeito da forma da órbita e a ordem dos planetas do Sistema Solar. As respostas foram agrupadas conforme o padrão identificado ao longo das análises e apresentadas em forma de gráficos de recorrência.

Na pergunta 1, foi pedido que os alunos fizessem um desenho representando o movimento dos planetas no nosso Sistema Solar. Nos desenhos dos alunos foi possível identificar suas ideias a respeito das formas da órbita dos planetas do Sistema Solar.

Classificamos as formas identificadas como circular, elíptica e outras formas. A Tabela 1 mostra que a maior parte dos alunos, aproximadamente 60%, não soube responder e mais de 24% a descreveram como sendo circular. Apenas uma pequena parcela, 6,4%, apresentou em suas respostas o modelo de Sistema Solar atualmente aceito.

Tabela 1 – Concepções iniciais dos alunos acerca da forma da trajetória do movimento dos planetas do Sistema Solar.

| Forma da trajetória do movimento dos planetas | | |
|---|---|---|
| Circular | 24,4% | 19 alunos |
| Elíptica | 6,4% | 05 alunos |
| Outras | 7,7% | 06 alunos |
| Não responderam ou não souberam responder | 61,5% | 48 alunos |

Os desenhos que considerados satisfatórios, foram, em geral, variações da representação feita pelos alunos 08B e 26C, apresentadas nas Figuras 6 e 7.

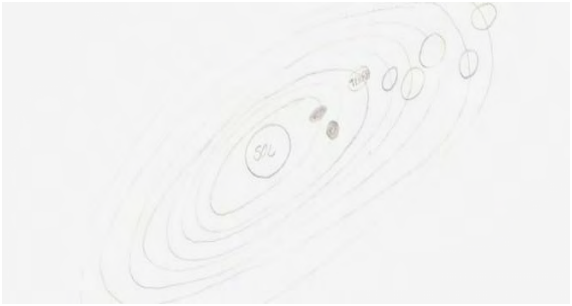


Figura 6 – Concepção inicial do aluno 08B a respeito do modelo de Sistema Solar.

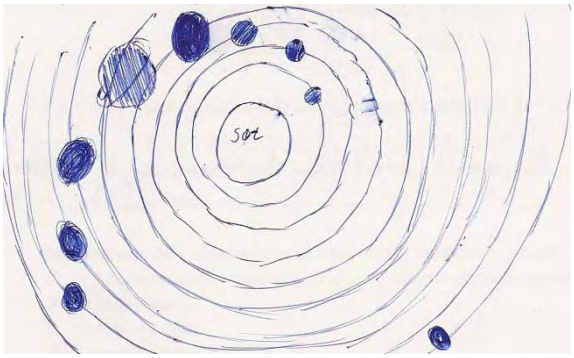



Figura 7 – Concepção inicial do aluno 26C a respeito do modelo de Sistema Solar.

Na pergunta 2, foi pedido que os alunos fizessem um desenho representando o movimento da Lua, da Terra e do Sol. Nos desenhos dos alunos foi possível identificar suas visões iniciais a respeito do modelo de Sistema Solar que eles consideram ser o correto.

Na Figura 8 são apresentados os dados das visões dos alunos a respeito do modelo de Sistema Solar antes das aulas no laboratório de informática. Neles vemos que aproximadamente 45% dos alunos desenharam o modelo de sistema planetário o atualmente aceito.

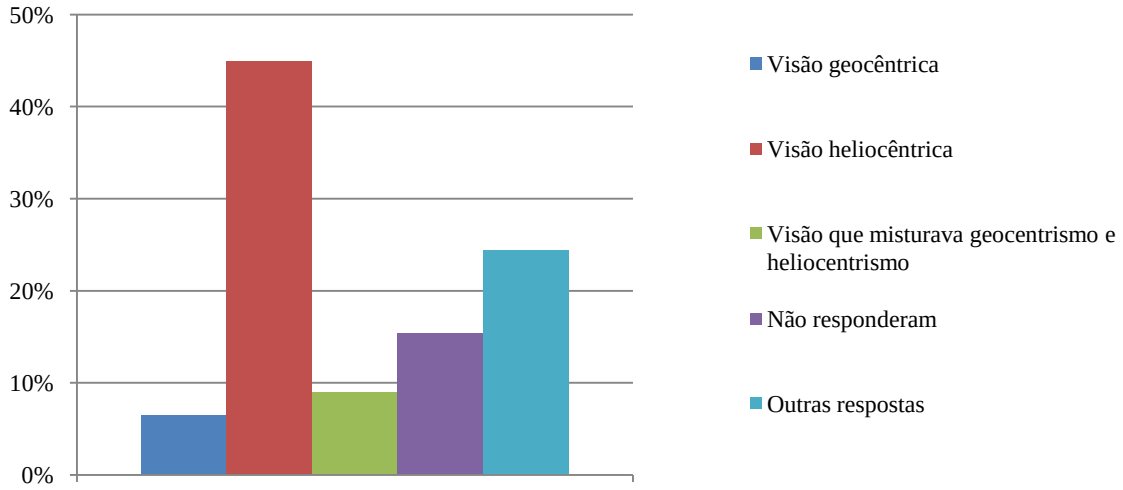



Figura 8 – Visões iniciais dos alunos do modelo de Sistema Solar.

Algumas dessas visões podem ser compreendidas melhor a partir das respostas dadas pelos alunos 10A, 12B, 23C e 15B e seus respectivos desenhos, Figuras 9, 10, 11 e 12:

> *A Terra faz um movimento em torno do Sol e de se mesma. (Aluno 10A)*
>
> *A Terra gira, por exemplo, quando a metade dela está no lado do Sol é dia, enquanto a outra metade é noite. (Aluno 12B)*
>
> *A Terra gira em torno do Sol e a Lua gira em torno da Terra e em torno do Sol. (Aluno 23C)*
>
> *Meu desenho mostra que a Lua e o Sol ficam girando ao redor da Terra. (Aluno 15B)*

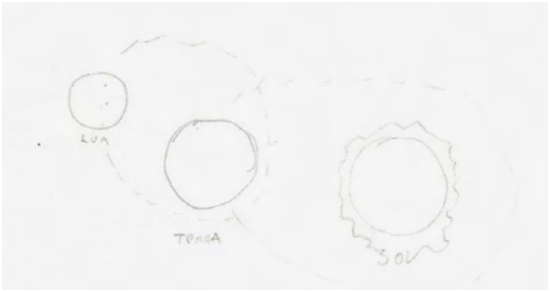



Figura 9 – Visão inicial do aluno 10A a respeito do modelo de Sistema Solar.

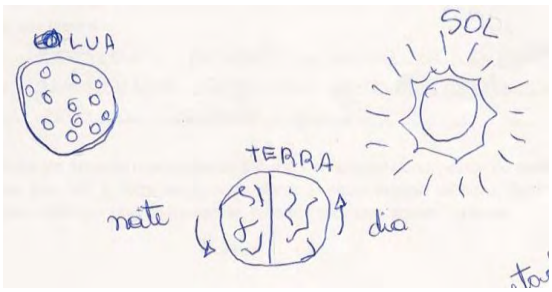



Figura 10 – Visão inicial do aluno 12B a respeito do modelo de Sistema Solar.

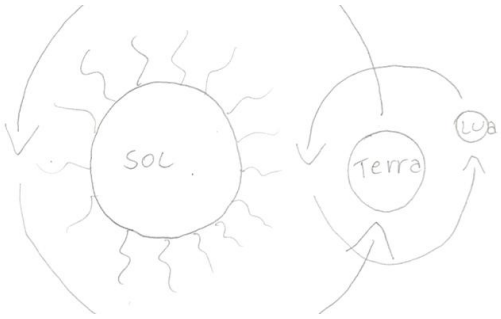



Figura 11 – Visão inicial do aluno 23C a respeito do modelo de Sistema Solar.

Figura 12 – Visão inicial do aluno 15B a respeito do modelo de Sistema Solar.

Apesar da questão 1 não ter solicitado aos alunos que representassem em seus desenhos os nomes e a ordem dos planetas do Sistema Solar durante a resolução desta questão os alunos foram orientados a fazê-lo. Esperávamos com isso ampliar nossas possibilidades de encontrar dados que nos indicassem os possíveis subsunçores relacionados ao tema.

Na Figura 13 são apresentados os dados a respeito do conhecimento dos alunos acerca do nome e a ordem dos planetas do Sistema Solar. Podemos observar que todos os alunos souberam, ao menos em parte, o nome dos planetas. Porém, apenas uma pequena parcela, 5%, soube citar a ordem correta deles.

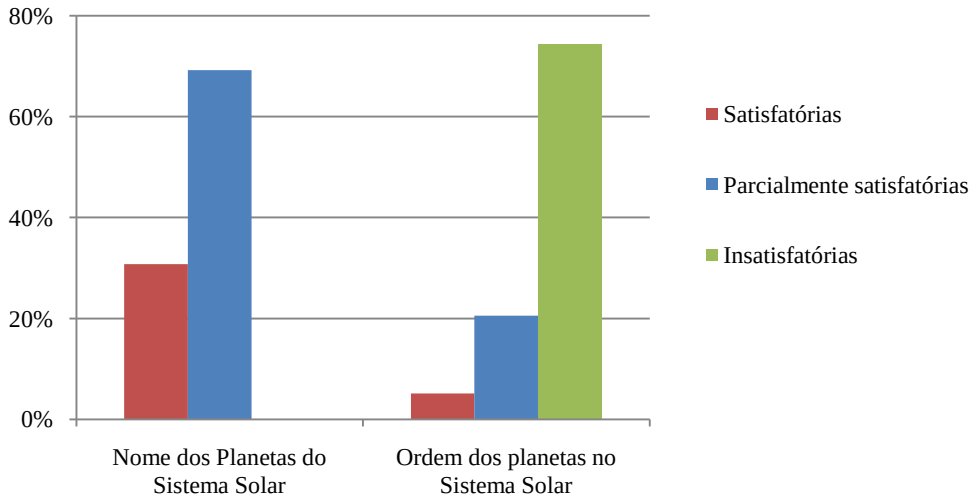



Figura 13 – Conhecimentos dos alunos acerca dos planetas do Sistema Solar.

Assim, verificamos que a maioria dos alunos possuía, inicialmente, a visão correta do modelo planetário do Sistema Solar, no entanto não demonstraram em suas respostas a forma atualmente aceita da órbita desses planetas. Apesar da maioria saber citar o nome dos planetas, poucos sabiam a ordem em que eles estão em torno do Sol.

Propomos na questão três do questionário inicial um caça palavras no intuito de verificar se os alunos conseguiriam identificar palavras relacionadas com os corpos celestes. Nele continham palavras do tipo: Terra, Cometa, Estrela, Pássaros dentre outras. Em suas respostas, grande parte dos alunos, quase 77%, conseguiu identificar essas palavra e apenas 2,6% não conseguiram identificar. Tais palavras serviram mais tarde para possível identificação de significados na estrutura cognitiva dos alunos.

### 4.1.2 Conceitos dos alunos a respeito de força gravitacional e campo gravitacional

As questões 4, 5 e 6 tinham como objetivo identificar os conceitos iniciais dos alunos a respeito da força e do campo gravitacional. Estes subsunçores foram considerados primordiais para o ensino do tema proposto.

Na questão 4 foi perguntado aos alunos: *"Por que os objetos caem, quando soltos próximos à superfície da Terra?"*. Para análise das respostas foram criadas duas categorias de análise a partir das respostas mais recorrentes dos alunos:

a) Mencionou em suas respostas o conceito de gravidade.

b) Mencionou em suas respostas o conceito de força ou atração gravitacional.

Para melhor entendermos o perfil das respostas dos alunos, apresentaremos na Figura 14 os resultados das concepções dos alunos acerca dos conceitos de Gravidade e Força gravitacional antes das aulas no laboratório de informática e a qualidade dessas respostas.

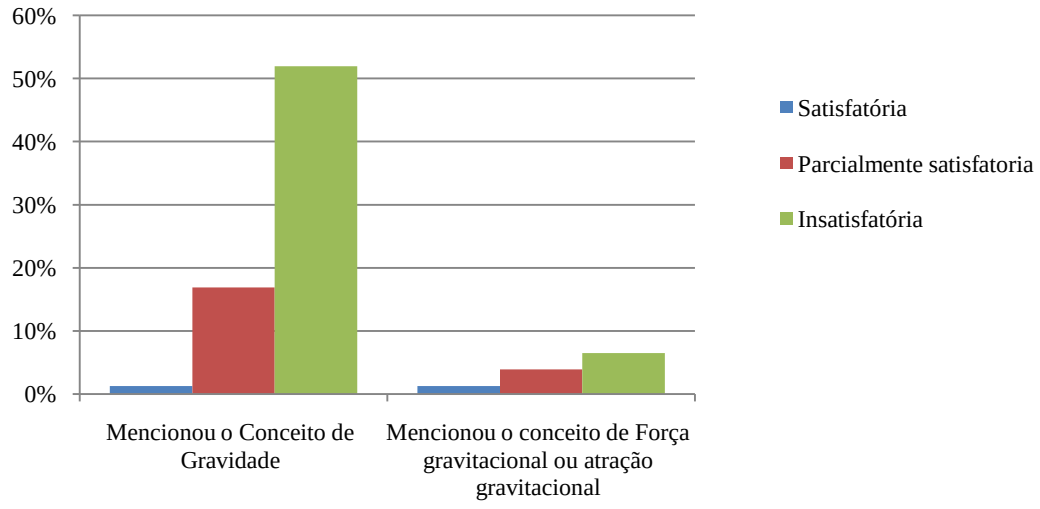



Figura 14 – Concepções iniciais dos alunos acerca de Gravidade e Força gravitacional.

Nas respostas de 70% dos alunos estava presente o conceito de gravidade, conforme constatamos nas falas de alguns:

> *Porque a gravidade puxa tudo que cai para superfície. (Aluno 04C)*
>
> *Eles caem por causa da gravidade. (Aluno 07C)*
>
> *Porque a força da gravidade age sobre ele. (Aluno 27B)*

Do total, apenas 2% dos alunos conseguiram expressar o conceito de atração gravitacional que consideramos satisfatório. Podemos perceber a compreensão desses alunos quando nos deparamos com algumas respostas como as dos alunos 08B e 21C:

> *Por causa da força da gravidade, que atrai todos os corpos ao solo, tendendo-o a manter seu menor estado de energia. (Aluno 08B)*
>
> *Por causa da força da gravidade puxando os corpos para o centro da Terra. (Aluno 21C)*

Apenas 2% relacionaram suas respostas a conceitos, como por exemplo, o de movimento ou força magnética, conforme as resposta dos alunos 20C e 05B:

> *Porque não há nada pra pará-lo enquanto está em movimento. (Aluno 20C)*
>
> *Porque a Terra é igual a um ímã. (Aluno 05B)*

Apenas uma pequena parcela dos alunos, 4%, mencionou em suas respostas o peso do objeto. É possível perceber a relação da resposta com o peso, quando nos deparamos com tentativas de explicar o fenômeno, como as que se assemelham a do aluno 31A:

> *Porque tem gravidade e ela tende a manter mais pesado. (Aluno 31A)*

Outros 10% não relacionaram a quaisquer outros conceitos da Física, como é o caso dos alunos 37B e 19C:

> *Por que esse objeto não tem uma resistência para permanecer a na superfície e é por isso que cai na terra. (Aluno 37B)*
>
> *Por causa do ar. (Aluno 19C)*

Apenas 8% dos alunos não responderam a esta questão.

Na questão 5 foi feita a seguinte pergunta aos alunos: *"Ao soltarmos dois objetos de pesos diferentes, no mesmo instante e de uma mesma altura e desprezando a resistência do ar, qual chegará primeiro ao solo?"*

Em suas respostas os alunos apresentaram diversos conceitos da Física e outras ideias existentes em suas cabeças para tentar justificar este fenômeno. Para facilitar a análise destas respostas, criamos três categorias de análise:

a) Relacionou sua resposta ao conceito de força gravitacional.

b) Relacionou sua resposta ao peso do objeto.

c) Relacionou sua resposta ao conceito de gravidade ou aceleração gravitacional.

Essas categorias de análise parecem tratar do mesmo conceito, no entanto, os conceitos a elas ligados se apresentam distintos para os alunos. Parece que os alunos não entendem que esses conceitos tratam do mesmo fenômeno.

Na Figura 15 apresentamos as concepções dos alunos acerca do tempo de queda de dois objetos de pesos diferentes e suas relações com outros conceitos existentes em sua estrutura cognitiva. Vemos que 63% dos alunos associaram o tempo de queda ao peso do objeto. Vemos, também, que 52% consideraram que o menor tempo de queda ocorre para o objeto mais pesado.

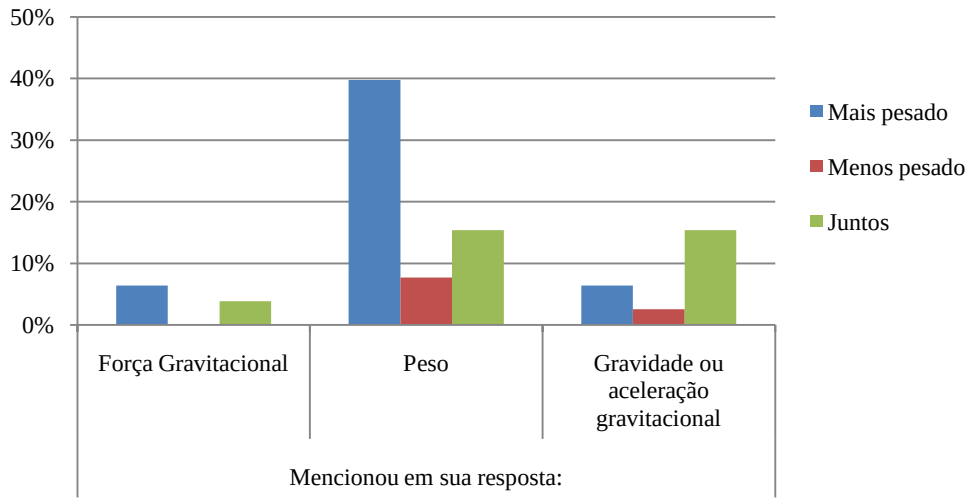



Figura 15 – Concepções iniciais dos alunos acerca do tempo de queda de dois objetos.

Em algumas respostas podemos notar que o conceito de força gravitacional aparece novamente, no entanto, mais uma vez, eles não conseguem enunciá-lo satisfatoriamente. Como exemplo, as respostas dos alunos 29A e 17C:

> *O mais pesado, porque a força gravitacional atrairá o mais pesado primeiro. (Aluno 29A)*
>
> *Porque em relação ao solo existe uma força gravitacional. (Aluno 17C)*

Poucas explicações poderiam ser consideradas satisfatórias como a do aluno 30A:

*Chegarão juntos. Independente do peso, a gravidade é a mesma. (Aluno 30A)*

A questão 6 tinha o intuito de entender melhor os conceitos de força gravitacional presentes nas ideias dos alunos. Nela pediu-se que desenhassem uma pessoa deixando cair um objeto no polo Norte, no polo Sul e na linha do Equador da Terra. Na Tabela 2 apresentamos uma representação esquemática dos desenhos dos alunos, agrupados por semelhança, de uma pessoa deixando cair um objeto no Polo Norte, Polo Sul e na linha do Equador. Deparamo-nos com diversos desenhos apresentados por eles. Diante disso, foram criadas sete categorias de análise.

Essas categorias surgiram após a tentativa de encontrar padrões recorrentes. Os desenhos feitos por nós, apresentados nessa tabela, são uma aproximação dos desenhos dos alunos, segundo esses padrões de recorrência.

Apenas 15% dos desenhos dos alunos se aproximaram do modelo considerado satisfatório, que é o de número cinco. Os outros 73% apresentaram desenhos que não condizem com o local onde vivemos na Terra, ou seja, em sua superfície e com o conceito de força de atração gravitacional.

Os desenhos que consideramos satisfatórios são similares aos apresentados nas Figuras 16 e 17.

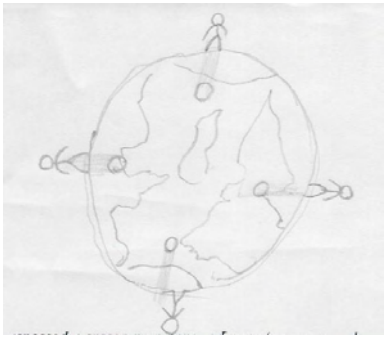


Figura 16 – Desenho do aluno 21C.

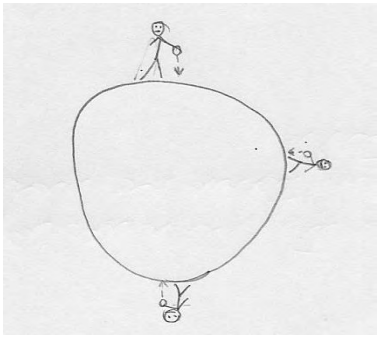
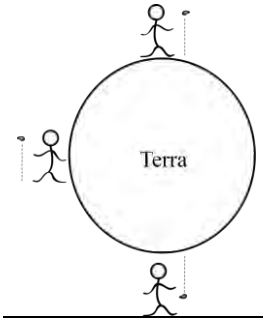
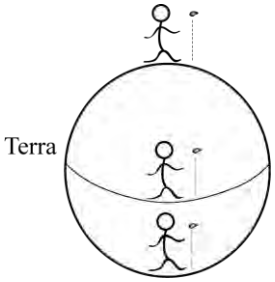
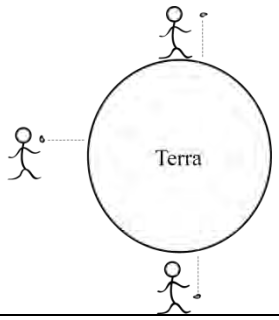
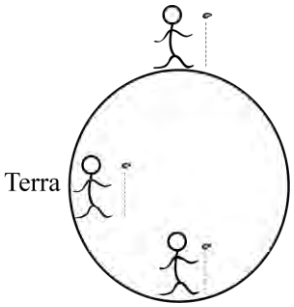
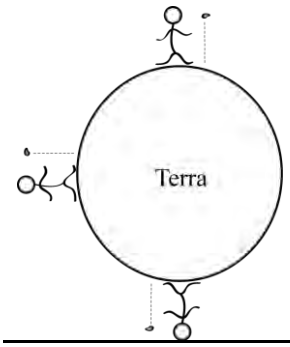


Figura 17 – Desenho do aluno 27C.

Tabela 2 – Representação esquemática dos desenhos iniciais dos alunos.

| Respostas que se enquadram nos modelos mais recorrentes | | | |
|---|---|---|---|
| 1   | 6% | 2   | 23% |
| 3   | 3% | 4   | 19% |
| 5   | 15% | Outros | 16% |
| | | Não desenhou | 12% |

Ressaltamos, também, que 12% dos alunos sequer tentaram desenhar o que foi solicitado e outros 16% responderam a questão com desenhos dos tipos apresentados nas Figuras 18 e 19.

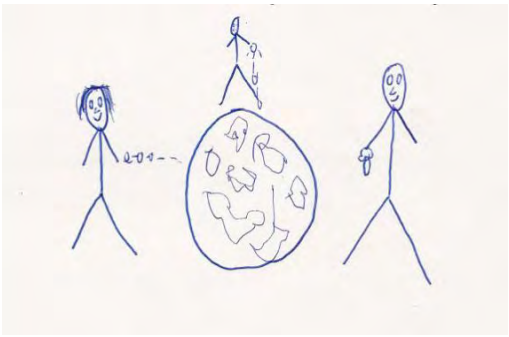


Figura 18 – Desenho do aluno 05B.

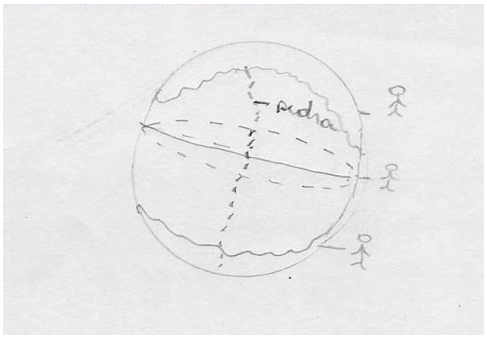



Figura 19 – Desenho do aluno 32B.

Assim, verificamos que a maioria dos alunos possuía, inicialmente, o conceito de que os corpos caem em direção à Terra devido a uma atração gravitacional, apesar da forma correta do conceito envolvido, ainda não estar presente em sua estrutura cognitiva. O mesmo acontecendo com a direção em que os objetos caem (em direção ao centro da Terra). Poucos conseguiram associar essa atração gravitacional ao peso do objeto e a maioria relaciona o tempo de queda a seu peso atribuindo o menor tempo de queda ao objeto mais pesado.

## 4.2 ANÁLISE COMPARADA ENTRE AS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL

As análises a seguir foram baseadas nos dados coletados por meio do questionário inicial e do questionário final. Foram contabilizadas apenas as respostas dos alunos que responderam ao questionário inicial, frequentaram as aulas no laboratório de informática (com ou sem falas durante as aulas) e responderam ao questionário final.

Devido à participação dos alunos não ser obrigatória, apenas 39 alunos, dos 78 iniciais, participaram de todas as fases da pesquisa. Esse fato pode ser atribuído às faltas dos alunos nas aulas, uma vez que os professores relatam muitos casos de falta durante todo o ano letivo.

Novamente, a apresentação dos dados foi baseada nas respostas a uma questão ou a um grupo de questões que tentaram explorar o mesmo conceito. Dividimos essas análises em seis tópicos:

I Entendimento dos alunos a respeito da evolução dos conceitos de modelo planetário;

II Compreensão da forma da órbita dos planetas do Sistema Solar e Segunda Lei de Kepler;

III Entendimento dos alunos a respeito dos conceitos de atração gravitacional e campo gravitacional;

IV Entendimento dos alunos a respeito da queda dos corpos;

V Páginas Auxiliares.

### 4.2.1 Entendimento dos alunos a respeito da evolução dos conceitos de modelo planetário

Nas questões 1 e 2 do questionário inicial foi pedido aos alunos que desenhassem uma figura ilustrando o movimento dos planetas no Sistema Solar e o movimento da Lua, da Terra e do Sol respectivamente. Pode-se observar, na Tabela 3, que, ao responderem os alunos apresentaram em suas respostas diversos modelos de sistema planetário e que apenas 25,6% indicaram o modelo heliocêntrico como o atualmente aceito e 35,9% responderam que o modelo era o geocêntrico.

Tabela 3 – Visão inicial dos alunos de modelo de Sistema Solar.

| Visão Inicial de modelo de Sistema Solar | | |
|---|---|---|
| Geocêntrica | 35,9% | 14 alunos |
| Heliocêntrica | 25,6% | 10 alunos |
| Outras | 38,5% | 15 alunos |

Nas Figuras 20 e 21 apresentamos as respostas que consideramos como uma visão geocêntrica dos alunos 04A e 38B. Nas Figuras 22 e 23 uma visão heliocêntrica dos alunos 24A e 35B e outros tipos de visões, como dos alunos 36B e 26C, nas Figuras 24 e 25.

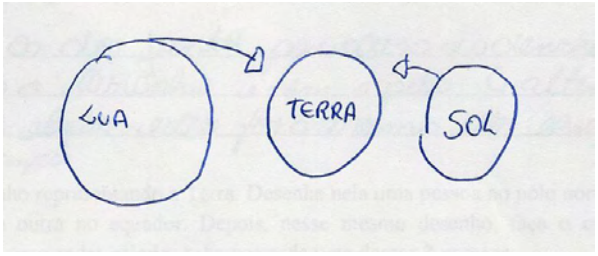



Figura 20 – Desenho do aluno 04A.

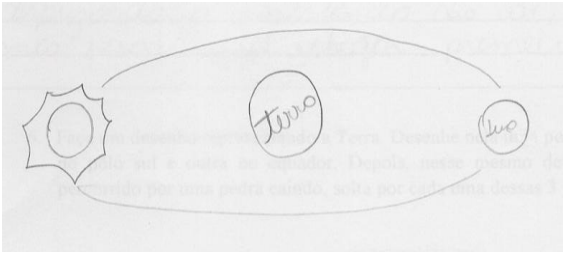


Figura 21 – Desenho do aluno 38B.

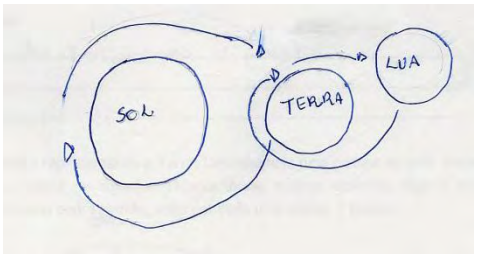



Figura 22 – Desenho do aluno 24A.

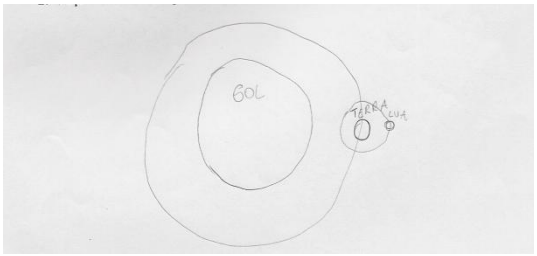



Figura 23 – Desenho do aluno 35B.

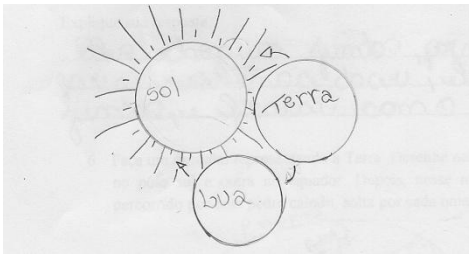



Figura 24 – Desenho do aluno 36B.

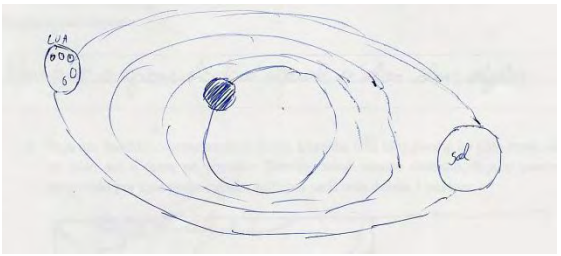



Figura 25 – Desenho do aluno 26C.

Foi possível perceber uma alteração substancial nesse panorama após as aulas no laboratório de informática. Ao responderem o questionário final a maior parcela, 41,0%, apresentou em suas respostas a compreensão da estrutura da evolução dos conceitos de modelo de Sistema Solar. Em apenas uma das respostas dos alunos que responderam a esta questão não foi possível constatar compreensão dessas ideias, conforme apresentado na Tabela 4. Isso sugere que os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos, que estão ligados ao conceito de modelo de Sistema Planetário, podem ter se interagido com os conceitos trabalhados nas aulas, de modo que ele, o subsunçor, assumiu um novo significado para o aluno, que segundo Moreira (2008, p. 29) *"[...] ficará mais rico, mais elaborado"*.

Tabela 4 – Compreensão dos modelos planetários apresentada no questionário final.

| Entendimento da estrutura de evolução das ideias a respeito do movimento planetário | | |
|---|---|---|
| Conseguiu compreender | 41,0% | 16 alunos |
| Conseguiu compreender parcialmente | 28,2% | 11 alunos |
| Não conseguiu compreender | 2,6% | 01 aluno |
| Não responderam | 28,2% | 11 alunos |

Como exemplo do que consideramos como "compreensão da estrutura de evolução das ideias", apresentado na Tabela 4, apresentamos as respostas dos alunos 02C, 10A e 32A:

> *Ptolomeu disse que a Terra tá no centro e o Sol circulava em volta da Terra. (Aluno 02C)*
>
> *Copérnico disse que o Sol é o centro do universo e a Terra gira em torno do Sol e não o contrário. (Aluno 10A)*
>
> *Propôs um sistema cosmológico em que todos os planetas giravam em torno do Sol e o Sol e a Lua giravam em torno da Terra. (Aluno 32A, referindo-se ao modelo de Tycho Brahe)*

Assim, verificamos que a maioria dos alunos que compunham esta etapa da análise não possuía, inicialmente, a visão atualmente aceita do modelo planetário do Sistema Solar, no entanto após as aulas no laboratório de informática apenas uma pequena parcela deles demonstrou em suas respostas visões que não condizem com o modelo de sistema planetário atual.

### 4.2.2 Compreensão da forma da órbita dos planetas do Sistema Solar e Segunda Lei de Kepler

A Figura 26 apresenta os resultados comparativos da forma da órbita dos planetas do Sistema Solar, na visão dos alunos, antes e após a aplicação do hipertexto na aula no laboratório de informática.

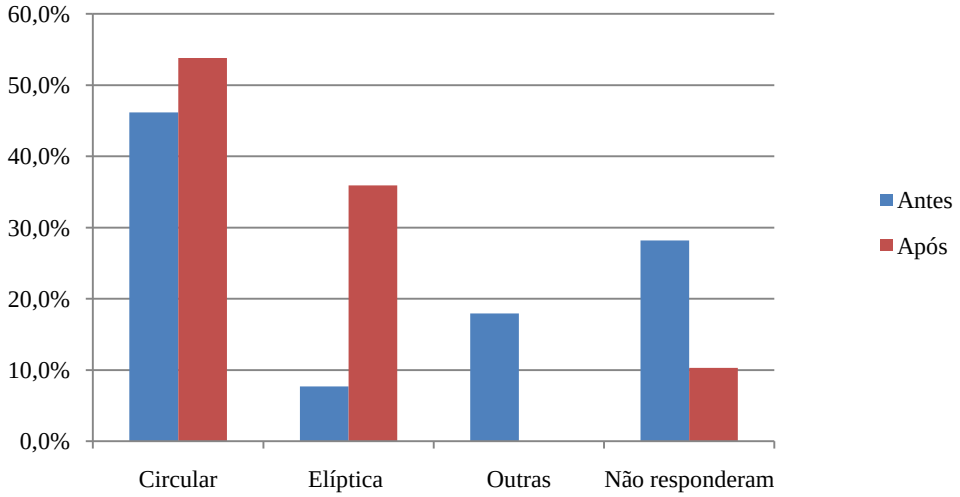



Figura 26 – Conceitos iniciais dos alunos a respeito da órbita dos planetas do Sistema Solar.

Podemos observar que, apesar da maioria ter mostrado compreender a estrutura da evolução dos modelos de sistema planetário, como apresentado na Tabela 4, logo após as aulas no laboratório de informática a maioria, 54%, ainda responderam que as trajetórias eram circulares. Pode-se atribuir a isso o fato de a trajetória ser considerada praticamente circular. Outros 36% responderam que era elíptica e 10% apresentaram outras respostas. Comparado esses dados com os dados apresentados no questionário inicial percebe-se uma melhora acentuada em relação à forma elíptica.

Existe aí uma diferença substancial entre os que não compreenderam a evolução do sistema planetário e os que compreenderam a forma do modelo da órbita dos planetas no Sistema Solar. O fato desse número ter se mostrado grande pode ser atribuído ao fato da trajetória dos planetas do Sistema Solar ser considerada praticamente circular.

Na questão 5, foi pedido ao alunos para marcarem entre as três alternativas a que melhor representava a velocidade de um planeta em relação ao Sol. O resultado dessa questão é o apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Entendimento a respeito da Segunda Lei de Kepler, após as aulas no laboratório.

| Velocidade de um planeta do Sistema Solar | |
|---|---|
| Não depende de sua posição em relação ao Sol | 34% |
| É maior quando ele está mais distante do Sol | 21% |
| É menor quando ele está mais distante do Sol | 45% |

Nos dados apresentados na Tabela 5, observamos que em 45% das respostas os alunos demonstraram compreensão dessa lei. Outros 21% fizeram confusão quanto à velocidade e a relação com a distância até o Sol. Essa confusão aponta prováveis mudanças iniciais nos subsunçores dos alunos que ainda não estão consolidados. Isso pode indicar que tais conceitos ainda não estão estruturados cognitivamente e ainda estão em processo de assimilação.

### 4.2.3 Entendimento dos alunos a respeito dos conceitos de atração gravitacional e campo gravitacional

Nas análises do entendimento dos alunos a respeito dos conceitos de atração gravitacional e campo gravitacional comparamos as respostas das questões 4, 5 e 6 do questionário inicial, com as respostas das questões de 6 a 9 do questionário final.

Foi perguntado aos alunos na questão 4 do questionário inicial e na 6 do final:

No questionário inicial – *"Por que os objetos próximos à superfície da Terra são atraídos por ela?"*.

No questionário final – *"Por que os objetos caem quando soltos próximos à superfície da Terra?"*.

Essa forma de verificar a aprendizagem de um conceito utilizando-se de questões que apresentam formas distintas de se perguntar presentes no questionário inicial em comparação ao questionário final segue a proposta de Moreira (2006). O autor sugere que essas questões devem, no mínimo, ser fraseadas de maneira diferente do encontrado no material de estudo.

Para a análise dessas questões foram criadas duas categorias de análise e três subcategorias.

Categorias:

a) Mencionou o conceito de gravidade.

b) Mencionou o conceito de força gravitacional ou atração gravitacional[2].

Subcategorias:

- Conseguiu expressar o conceito corretamente (satisfatória).
- Conseguiu expressar o conceito parcialmente (parcialmente satisfatória).
- Não conseguiu expressar em sua resposta o conceito (insatisfatória).

A tabulação dos resultados dessas categorias está apresentada na Figura 27.

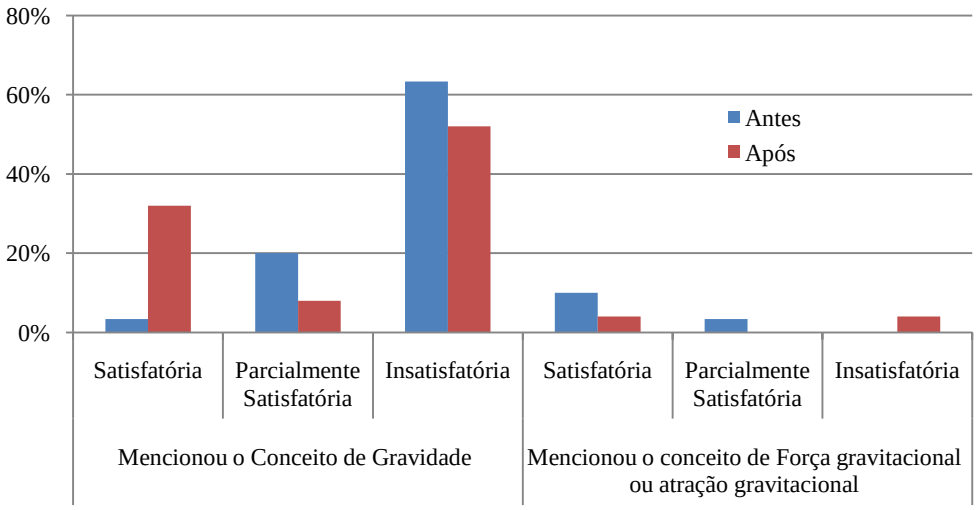



Figura 27 – Entendimento de atração gravitacional e campo gravitacional antes e após as aulas no laboratório.

Podemos observar, nos resultados apresentados, que, tanto antes quanto após as aulas no laboratório de informática, a maioria dos alunos mencionou em suas respostas o conceito de gravidade. No entanto, observa-se na primeira categoria um aumento no número de respostas consideradas satisfatórias e uma diminuição nas respostas consideradas insatisfatórias.

Observamos na segunda categoria, "Mencionou o conceito de força gravitacional ou atração gravitacional", uma diminuição no número de respostas consideradas satisfatórias esse

[2] Essas categorias de análise parecem tratar do mesmo conceito, no entanto, os conceitos a elas ligados se apresentam distintos para os alunos. Parece que os alunos não entendem que esses conceitos tratam do mesmo fenômeno.

fato ocorreu devido parte dos alunos que inicialmente se enquadraram nesta categoria terem migrado para a primeira categoria.

Exemplos de respostas que consideramos satisfatórias:

> *Por que a gravidade da Terra atrai os corpos para sua superfície. (Aluno35B)*
>
> *Por que os objetos são atraídos pelo centro da Terra. (Aluno 04B)*

Exemplos de respostas que consideramos insatisfatórias:

> *Por causa da gravidade e se não tivesse isso todo mundo estaria flutuando igual a um ímã. (Aluno02C)*
>
> *Por que projetado do Sol são atraídos pela Terra. (Aluno23A)*

Com objetivo de explorar um pouco mais da compreensão dos alunos a respeito do conceito de força gravitacional e tentar vincular esse conceito a outros já existentes em sua estrutura cognitiva foi perguntado a eles no questionário final:

*"Sabemos que o Sol atrai a Terra. Pergunta-se: neste caso, a Terra também atrai o Sol? Explique sua resposta."*

As respostas foram agrupadas em duas categorias de análise e seis subcategorias.

Categorias:

a) Respostas que foram consideradas corretas (satisfatórias).

b) Respostas que foram consideradas incorretas (insatisfatórias).

Subcategorias:

- Queda dos corpos – Foram selecionadas para esta subcategoria as respostas em que alunos comparam a atração gravitacional entre o Sol e a Terra com a queda dos corpos próximos a superfície da Terra.
- Distância entre os corpos – Foram selecionadas para esta subcategoria as respostas em que os alunos explicam essa atração devido à distância entre o Sol e a Terra.
- Movimento dos corpos – A esta categoria foram selecionadas as respostas que justificavam essa atração, devido os movimentos da Terra ou do Sol.
- Gravidade – Foram selecionadas para esta categoria, as respostas que continham qualquer conceito ligado ao conceito de gravidade.
- Tamanho dos corpos – Foram selecionadas para esta categoria, as respostas dos alunos que tentavam explicar a atração entre o Sol e a Terra, devido os seus tamanhos.

- Outras relações – Esta categoria foi criada com a finalidade de agrupar as respostas dos alunos que não relacionaram suas respostas a qualquer uma das categorias anteriores.

Na Tabela 6, estão apresentados os resultados dessas categorias e subcategorias.

Tabela 6 – Compreensão a respeito do conceito de atração gravitacional após as aulas no laboratório.

| Compreensão do conceito de atração mútua | | Comparações e relações apresentadas nas respostas | |
|---|---|---|---|
| Satisfatória | 60% | Queda dos corpos | 9% |
| | | Distância entre os corpos | 5% |
| | | Movimento dos corpos | 9% |
| | | Gravidade | 9% |
| | | Tamanho dos corpos | 5% |
| | | Outras relações | 22% |
| Insatisfatória | 40% | Queda dos corpos | 0 |
| | | Distância entre os corpos | 5% |
| | | Movimento dos corpos | 9% |
| | | Gravidade | 9% |
| | | Tamanho dos corpos | 0 |
| | | Outras relações | 18% |

Podemos ver na Tabela 6, que 60% das respostas dos alunos a esta questão podem ser classificadas como satisfatórias e 18% do total conseguiram relacionar a atração gravitacional ao conceito de gravidade ou compará-lo a outros fenômenos que se utilizam do mesmo.

Nas respostas dos alunos 01B, 35B, 24B, 21C, 05A e 08A, apresentadas abaixo, é possível notar as comparações e relações conceituais estabelecidas por eles:

> *Sim, do mesmo jeito que a Terra atrai algum objeto, em consequência a Terra atrai o Sol. (Aluno 01B)*
>
> *Não porque a Terra está muito distante do Sol. (Aluno 35B)*
>
> *Não, ela faz sua rotação em volta do Sol. (Aluno 24B)*
>
> *Sim com a sua gravidade... (Aluno 21C)*
>
> *Na questão é que a Terra atrai o Sol pela sua grandeza. (Aluno 05A)*
>
> *Eu acho que o Sol atrai a Terra e a Terra atrai o Sol também. (Aluno 08A)*

### 4.2.4 Entendimento dos alunos a respeito da queda dos corpos

Para comparar se houve alterações nas respostas dos alunos, foi novamente perguntado a eles na questão oito do questionário final:

*"Ao abandonarmos dois corpos de pesos diferentes de mesma altura no mesmo instante, algum deles chega primeiro ao solo? Por quê?"*

Para entendimento dos dados foram criadas três categorias de analises e cinco subcategorias que indicavam com quais conceitos os alunos relacionaram suas respostas.

Categorias:

a) Chegam juntos.

b) O mais pesado.

c) O mais leve.

Subcategorias:

- Relacionou o tempo de queda a Força Gravitacional.
- Relacionou o tempo de queda ao Peso dos objetos.
- Relacionou o tempo de queda a Gravidade da Terra.
- Relacionou o tempo de queda a Resistência do ar.
- Não relacionou.

Os resultados estão apresentados na Tabela 7 e na Figura 28.

Tabela 7 – Entendimento a respeito do tempo de queda de dois objetos distintos antes e após as aulas no laboratório.

| Respostas dos alunos | Antes | Após |
|---|---|---|
| Chegam juntos | 41,0% | 92,3% |
| O mais pesado | 43,6% | 7,7% |
| O mais leve | 12,8% | 0 |
| Não responderam | 2,6% | 0 |

Percebe-se um aumento acentuado na primeira categoria de análise, aproximadamente 40 pontos percentuais em relação ao primeiro momento.

As justificativas, apresentadas nas respostas a esse questionamento, foram agrupadas nas cinco subcategorias de análise, conforme mostrado na Figura 28.

Verificamos que, no questionário final, 48,7% dos que responderam que os corpos *"chegam juntos"*, mencionaram em suas respostas os conceitos de gravidade ou aceleração gravitacional.

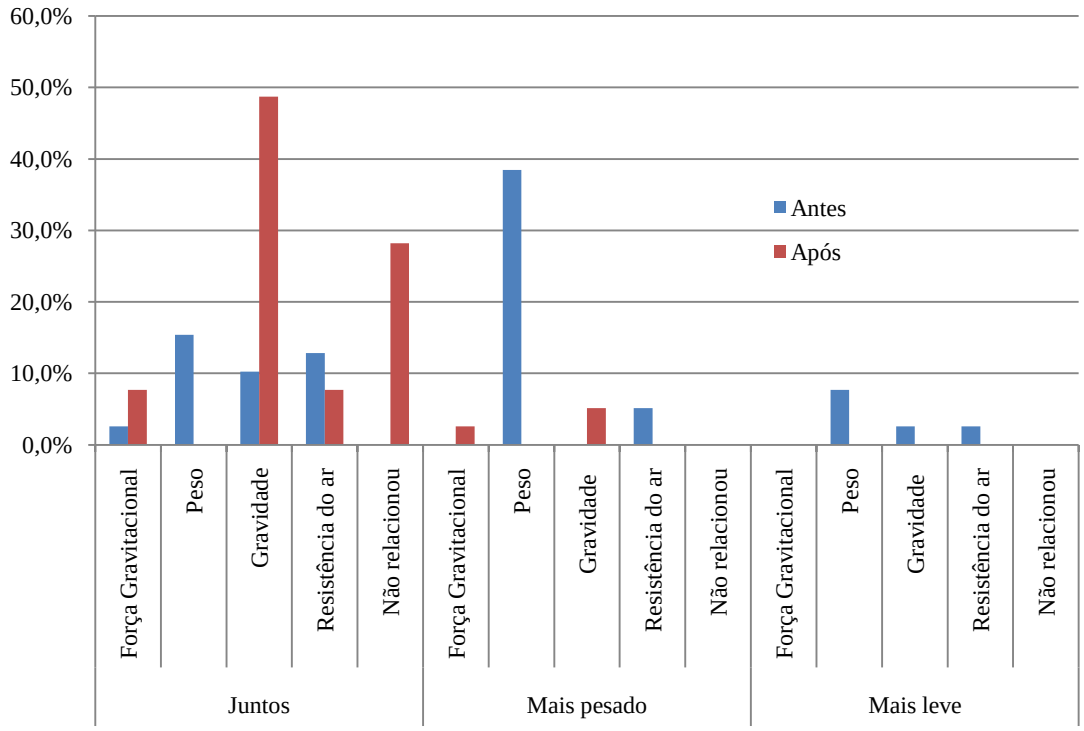



Figura 28 – Entendimento a respeito do tempo de queda de dois objetos distintos antes e após as aulas no laboratório.

Podemos entender melhor esses dados, ao analisarmos respostas como as dos alunos:

> *Não porque eles têm a mesma força puxando eles para baixo. (Aluno 9C)*
>
> *O mais pesado pela gravidade. (Aluno 18C)*
>
> *Não, os dois chegam ao mesmo tempo devido à gravidade da Terra. (Aluno 24B)*
>
> *Depende desconsiderando o ar, tanto uma folha de papel quanto um tijolo vão chegar com a mesma velocidade no solo. Mas se considerar o ar o tijolo (pelo seu peso) chegará primeiro. (Aluno 26B)*
>
> *Não, eles chegam ao mesmo tempo, por que a gravidade é a mesma quantidade para os dois. (Aluno 21C)*
>
> *Não porque a gravidade é igual para eles. (Aluno 26C)*
>
> *Eu acho que eles chegam juntos por causa da gravidade. (Aluno 16B)*
>
> *Os dois chegam porque a gravidade atrai os dois. (Aluno 35B)*

Constatamos ainda que a maioria dos alunos, 61,6%, inicialmente justificavam o tempo de queda devido o peso do objeto e 43,6% atribuíam ao objeto mais pesado o menor tempo de queda, no entanto após as aulas no laboratório de informática foi possível perceber um aumento substancial nas respostas que atribuíam esse fenômeno a gravidade e quase todas as respostas, 92,3 % responderam que o tempo de queda é igual para ambos os objetos.

### 4.2.5 Páginas Auxiliares

As questões de 10 a 12 do questionário final tinham como objetivo verificar o quanto as páginas auxiliares do hipertexto foram exploradas pelos alunos e também pretendia buscar relações com outros conceitos já existentes na estrutura cognitiva desses alunos.

Na questão 10 os alunos foram questionados a respeito do fenômeno responsável pela sucessão dos dias e das noites. Foram dadas a eles cinco opções de respostas, conforme apresentado na Figura 29. Verificou-se que quase 60% dos alunos atribuíram este fenômeno ao movimento de rotação da Terra.

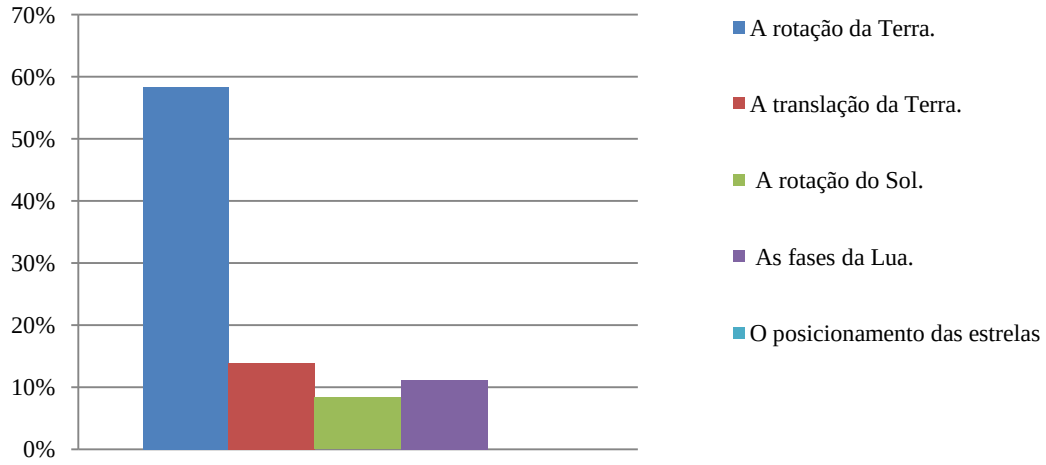



Figura 29 – Entendimento a respeito da sucessão dos dias e noites após as aulas no laboratório.

Na questão 11 foi perguntado aos alunos qual é o fenômeno responsável pelas estações do ano.

Foram dadas a eles cinco opções de resposta, conforme apresentado na Figura 30.

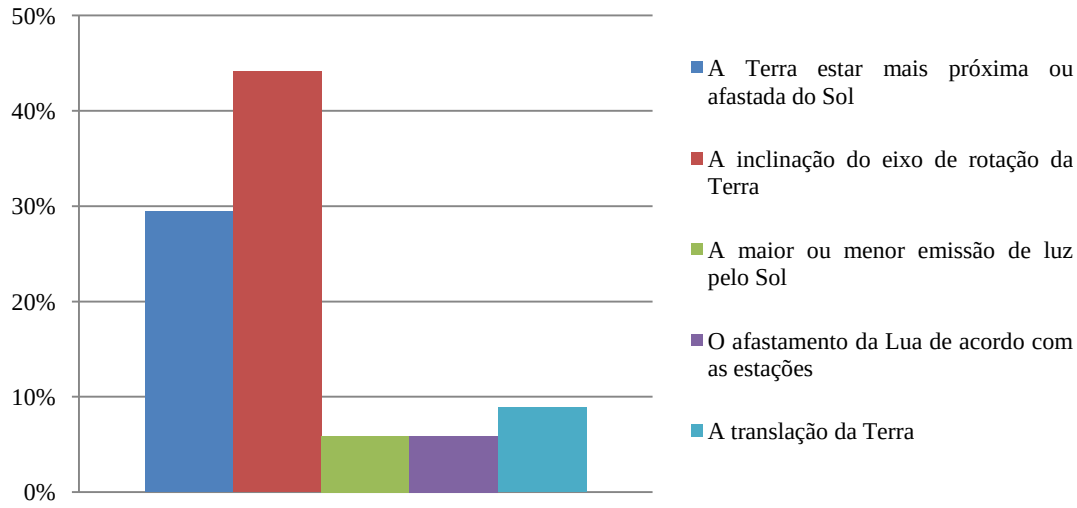



Figura 30 – Entendimento a respeito das estações do ano após as aulas no laboratório.

Foi possível verificar que a maior parte das respostas, 44%, optou pela inclinação da Terra. O número de respostas que puderam ser consideradas satisfatórias nesta questão pode nos dar um indicativo de ampliação dos subsunçores desses alunos uma vez que os conceitos presentes nessa questão estão diretamente relacionados aos conceitos de atração gravitacional.

Na questão 12, foi perguntado aos alunos qual é o fenômeno responsável pelas marés (altas e baixas). O resultado está apresentado na Figura 31.

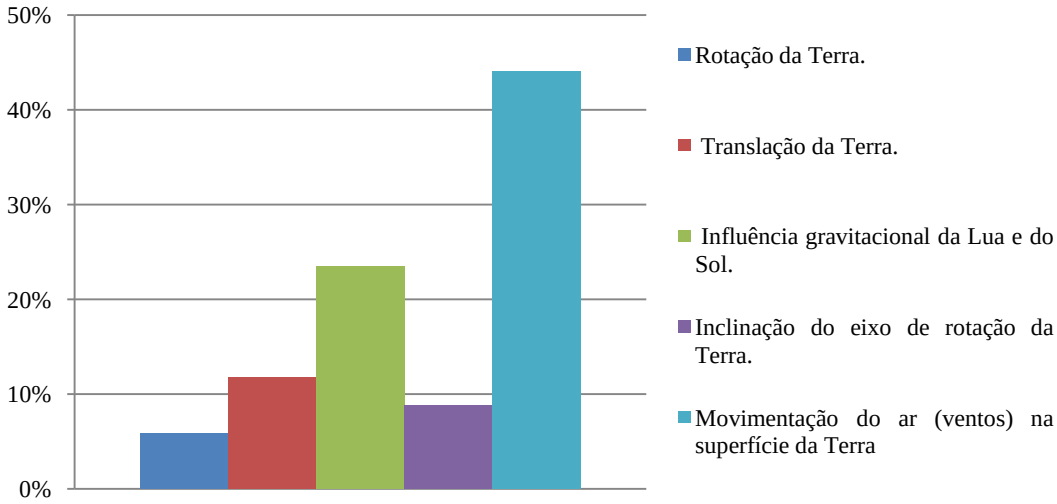



Figura 31 – Entendimento a respeito das marés, altas e baixas, após as aulas no laboratório.

Podemos observar, na Figura 31, que em 45% das respostas o fenômeno das marés foi atribuído à movimentação do ar na superfície da Terra e 24% à atração gravitacional da Lua e do Sol. Apesar de parecer um percentual relativamente pequeno ele também nos possibilita pensar em ampliação dos subsunçores já que empregam os conceitos relacionados ao tema de estudo proposto.

## 4.3 PANORAMA GERAL

Na análise geral dos dados coletados, organizamos a Tabela 8 e Tabela 9 para verificar o desenvolvimento cognitivo dos alunos a respeito dos conceitos de força gravitacional ao longo de todo processo de ensino proposto. Os dados, nelas apresentados, foram retirados das respostas ao questionário inicial, aulas no laboratório de informática, fórum de discussão e questionário final. Para esta análise foram selecionados apenas os dados dos alunos que participaram de todas essas etapas da pesquisa, no total de 28 alunos.

Os dados contidos na Tabela 8 e Tabela 9 foram organizados conforme duas categorias de análise, respectivamente:

a) Por que os corpos caem?
b) Tempo de queda de dois corpos distintos abandonados de uma mesma altura no mesmo instante.

### 4.3.1 Conceitos dos alunos a respeito da queda dos corpos

Os dados da categoria de análise: “Por que os corpos caem?” apresentados na Tabela 8 foram retirados da questão 4 do questionário inicial, do segundo Fórum de discussão, da questão 6 do questionário final, e das indagações do professor pesquisador ao longo das aulas gravadas no laboratório de informática. Exibiremos apenas as respostas dos alunos que consideramos pertinentes para esta análise.

Nosso interesse, nessa análise, foi tentar responder se o aluno compreende e relaciona a queda dos corpos a outros conceitos, como, por exemplo, o conceito de força e como se deu o desenvolvimento das respostas ao longo de todo o processo de ensino e aprendizagem.

Tabela 8 - Respostas dos alunos para o questionamento “Por que os corpos caem?” Durante todas as etapas da pesquisa.

| | Respostas apresentadas | | | |
|---|---|---|---|---|
| Aluno | Questionário inicial | Aulas | Fórum | Questionário final |
| 06C | *Por que não tem gravidade aí ela cai.* | *Por causa da força da gravidade.* | *Sem resposta.* | *Sem resposta.* |
| 17C | *Porque lá na super ficie da Terra não tem gravidade.* | *Sem resposta.* | *Sem resposta.* | *Porque existe gravidade próximo a ela.* |
| 22C | *Porque na Terra a gravidade é baixa, lá no espaço não, isso acontece por que a Terra tem um escudo que a protege disso mantendo a gravidade.* | *Sem resposta.* | *Acho que a mesma força que fazem os objetos descerem faz com que os planetas girem em torno do Sol.* | *Por que na órbita da Terra a gravidade é zero isso faz os objetos caírem.* |

Na análise desta categoria, foi possível notar indícios de prováveis modificações e possíveis ampliações nos subsunçores em 64% das respostas expressas pelos alunos a respeito do conceito de atração gravitacional. E em alguns casos, como os da Tabela 8, se considerarmos toda a sequência temporal tem-se uma modificação substancial dos subsunçores dos alunos, indicando que houve aprendizagem significativa. Segundo Novak (1981) estas modificações que ocorrem em processos interativos entre o material recém-aprendido e os conceitos existentes (subsunçores) estão no cerne da teoria da assimilação de Ausubel.

No desenvolvimento das respostas do aluno 06C é possível notar uma pequena interação entre os conceitos de força e atração gravitacional mencionadas no material de estudo:

Aluno 06C

| | | |
|---|---|---|
| *Por que não tem gravidade aí ela cai.* | | *Por causa da força da gravidade.* |
| Conceito inicial | → | Produto final identificado |

Nas respostas do aluno 17C podemos notar uma alteração substancial. Ele sai da não existência de gravidade para o conceito de campo gravitacional:

Aluno 17C

| | | |
|---|---|---|
| *Porque lá na superfície da Terra não tem gravidade.* | | *Porque existe gravidade próximo a ela.* |
| Conceito inicial | → | Produto final identificado |

No caso do aluno 22C, em sua primeira resposta podemos perceber a inversão do conceito de campo gravitacional. Já na segunda ele faz uma comparação entre dois fenômenos que estão relacionados a um mesmo conceito. No entanto, na terceira resposta ele retoma a ideia primeira e tenta com isso explicar o fenômeno de atração gravitacional. Podemos atribuir a esse vai e vem de ideias a possíveis interações entre os subsunçores e o material de estudo.

Aluno 22C

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Porque na Terra a gravidade é baixa, lá no espaço não, isso acontece por que a Terra tem um escudo que a protege disso mantendo a gravidade.* | | *Acho que a mesma força que fazem os objetos descerem faz com que os planetas girem em torno do Sol.* | | *Por que na órbita da Terra a gravidade é zero isso faz os objetos caírem.* |
| Conceito inicial | → | Conceito após interação | → | Produto final identificado |

A análise desses dados nos possibilitou visualizar do desenvolvimento de toda sequência temporal das modificações das ideias de alunos a respeito da queda dos corpos, indicando assim a presença da possibilidade de ter ocorrido aprendizagem significativa.

### 4.3.2 Conceitos dos alunos a respeito do tempo de queda de dois corpos distintos

Os dados da categoria de análise: “Tempo de queda de dois corpos distintos abandonados de uma mesma altura no mesmo instante”, apresentados na Tabela 9 foram retirados da questão 5 do questionário inicial, do primeiro Fórum de discussão, da questão 8 do questionário final, e das indagações do professor ao longo das aulas gravadas no laboratório de informática. Todas estas questões estavam diretamente relacionadas ao tempo de queda de dois objetos distintos, abandonados de uma mesma altura e num mesmo instante. Apresentamos apenas as respostas de alunos, que consideramos pertinentes para esta análise.

Pretendíamos responder se o aluno compreende e relaciona o tempo de queda dos corpos a outros conceitos, como por exemplo, o conceito de atração gravitacional e também analisar o desenvolvimento dos alunos ao longo de todo o processo.

Tabela 9 - Respostas de alunos para o questionamento a respeito do tempo de queda de dois corpos distintos durante todas as etapas da pesquisa.

| | Respostas apresentadas | | | |
|---|---|---|---|---|
| Aluno | Questionário inicial | Aulas | Fórum | Questionário final |
| 01B | *O menos pesado, porque ele tem menos peso, sua massa é menor.* | *Irão chegar juntos é por causa do ar.* | *Por causa da gravidade.* | *Chegam juntos – pois há gravidade na Terra.* |
| 04B | *Chegarão juntos por causa da gravidade não importa o peso.* | *Chegam juntos por causa do ar. Se tiver resistência do ar o mais leve chega por último.* | *Sem resposta.* | *Sem resposta.* |
| 22B | *Chegam juntos.* | *O vídeo fala que se tiver ausência de ar se soltar os dois chegam ao mesmo tempo.* | *Sem resposta.* | *Chegam ao mesmo tempo.* |
| 26B | *O mais pesado. Se você pegar um tijolo e uma pena o tijolo vai cair primeiro isso por que seu peso e maior e a velocidade é maior.* | *Sem resposta* | *Sem resposta* | *Depende desconsiderando o ar tanto uma folha de papel quanto um tijolo vão chegar à mesma velocidade no solo. Mas se considerar o ar o tijolo chegará primeiro.* |
| 04C | *O mais pesado porque o mais pesado tem mais massa e quanto mais massa maior velocidade.* | *Chega igual.* | *Os dois chegam ao mesmo instante, por causa da gravidade.* | *Sem resposta.* |
| 07C | *O objeto por ser mais pesado ele chegará primeiro ao solo.* | *Os dois porque a gravidade é igual para os dois. Na lua a gravidade é menor. A gravidade puxa para o chão.* | *Os dois chegam ao mesmo tempo, por causa da gravidade.* | *Os dois chegam no mesmo instante porque a gravidade não muda para eles.* |
| 18C | *Juntos porque a atmosfera é a mesma.* | *Chega primeiro (mais leve) por causa do vento, das variações.* | *Juntos por que ela possui gravidade.* | *O mais pesado pela gravidade.* |
| 26C | *Chegam j untos porque a gravidade é igual a dos dois objetos.* | *Sem resposta.* | *Sem resposta.* | *A gravidade é igual para eles.* |

Nos dados apresentados na Tabela 9 notamos ligeiras modificações em 71% das respostas dos alunos. Em alguns casos, quando analisamos toda a sequência temporal, é possível notar uma modificação substancial dos conceitos, como é o caso dos alunos 01B, 04B, 22B, 26B, 04C, 07C, 18C e 26C, apresentados na Tabela 9.

Nas respostas do aluno 01B é possível notar uma evolução das ideias a respeito do tempo de queda dos corpos:

Aluno 01B

| | | |
|---|---|---|
| *O menos pesado, porque ele tem menos peso, sua massa é menor.* | *Irão chegar juntos é por causa do ar.* | *Por causa da gravidade.* |
| Conceito inicial → | Conceito após interação → | Produto final identificado |

Na primeira resposta ele se mostra confuso quando cita o mais leve, na segunda resposta ele modifica sua justificativa. Nesse momento, podemos perceber que existe uma influência do material de estudo em sua resposta. Já na última resposta, ele cita a gravidade como fator de justificativa. Isso pode indicar que o aluno ainda não consolidou o conceito e que os subsunçores relacionados ao tema ainda estão interagindo com os novos conhecimentos.

Podemos observar, nas respostas do aluno 04B, que o aluno apresentou o conceito correto a respeito do tempo de queda no questionário inicial e, durante as aulas, apresentou uma resposta mais elaborada para justificar o fenômeno:

Aluno 04B

| | |
|---|---|
| *Chegarão juntos por causa da gravidade não importa o peso.* | *Chegam juntos por causa do ar.*<br>*Se tiver resistência do ar o mais leve chega por último.* |
| Conceito inicial → | Produto final identificado |

Isso pode nos dar indícios de que houve uma interação de seu subsunçor (ou subsunçores) com o novo conhecimento, produzindo assim um novo subsunçor (Moreira, 2006).

Nas respostas do aluno 22B é possível perceber a interação de seus subsunçores com o material de estudo, proporcionando assim a ampliação do conceito em estudo nos dando indícios da potencialidade do material:

Aluno 22B

| | | |
|---|---|---|
| *Chegam juntos.* | *O vídeo fala que se tiver ausência de ar se soltar os dois chegam ao mesmo tempo.* | *Chegam ao mesmo tempo.* |
| Conceito inicial → | Conceito após interação → | Produto final identificado |

Ao longo do desenvolvimento das respostas dos alunos 26B e 04C vemos uma modificação substancial no conceito de queda dos objetos. Pode-se observar que as respostas iniciais dos alunos não são satisfatoriamente corretas, no entanto se aproximam da resposta esperada. Já o produto final é mais abrangente, pois apresentam um conceito mais formal.

Aluno 26B

| | |
|---|---|
| *O mais pesado. Se você pegar um tijolo e uma pena o tijolo vai cair primeiro isso por que seu peso e maior e a velocidade é maior.* | *Depende desconsiderando o ar tanto uma folha de papel quanto um tijolo vão chegar à mesma velocidade no solo. Mas se considerar o ar o tijolo chegará primeiro.* |
| Conceito inicial → | Produto final identificado |

Aluno 04C

| | |
|---|---|
| *O mais pesado por que o mais pesado tem mais massa e quanto mais massa maior velocidade.* | *Os dois chegam ao mesmo instante, por causa da gravidade.* |
| Conceito inicial → | Produto final identificado |

Nas respostas do aluno 07C podemos observar uma sequência na qual o conceito de atração gravitacional vai sofrendo mudanças até atingir sua forma final identificada:

Aluno 07C

| | | | |
|---|---|---|---|
| *O objeto por ser mais pesado ele chegará primeiro ao solo.* | *Os dois porque a gravidade é igual para os dois. Na lua a gravidade é menor. A gravidade puxa para o chão.* | *Os dois chegam ao mesmo tempo, por causa da gravidade.* | *Os dois chegam no mesmo instante porque a gravidade não muda para eles.* |
| Conceito inicial → | Momento de interação → | | Produto final identificado |

Analisando as respostas do aluno 18C, nota-se uma variedade de justificativas para explicação do tempo de queda dos objetos:

Aluno 18C

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Juntos porque a atmosfera é a mesma.* | *Chega primeiro (mais leve) por causa do vento, das variações.* | *Juntos por que ela possui gravidade.* | *O mais pesado pela gravidade.* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Conceito inicial | → | Momento de interação | → | Produto final identificado |

Em suas respostas, o aluno mostra não ter certeza da explicação para tal fenômeno. No entanto, é possível perceber que houve interações com o material de estudo, devido às respostas dadas ao professor pesquisador durante as aulas e no fórum de discussão. Durante as aulas ele responde mencionando as variações do vento. Talvez isso se deva à resistência do ar ter sido abordada em alguns momentos ao longo do material. No fórum, o aluno cita a gravidade pela primeira vez, possivelmente após ter acessado o material de estudo ou observado as respostas dos colegas, contidas no fórum de discussão. O que indica a importância de proporcionar ao aluno mais uma oportunidade de aprendizado diferente das anteriores. Apesar do aluno não ter expressado a resposta considerada correta percebemos variações que podem indicar mudanças em seus subsunçores relacionados ao tema.

Em alguns casos, como o do aluno 26C, podemos inferir que o aluno já possuía o conceito em sua forma cientificamente aceita e após o estudo da matéria sua resposta permaneceu como estava no início, não proporcionando, assim, ampliação do conceito:

Aluno 26C

| | |
|---|---|
| *Chegam juntos porque a gravidade é igual a dos dois objetos.* | *A gravidade é igual para eles.* |

| | | |
|---|---|---|
| Conceito inicial | → | Produto final identificado |

Percebemos com estas análises modificações pertinentes nas respostas dos alunos. Em alguns casos, considerando toda a sequência temporal, é possível notar modificações substanciais nos conceitos iniciais dos alunos a respeito da queda dos objetos e suas relações com outras ideias presentes em sua estrutura cognitiva, o que pode indicar ocorrência de aprendizagem significativa.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisarmos as respostas iniciais dos alunos a respeito dos modelos de Sistema Solar identificamos que a maioria afirmava que era geocêntrica e não representava a forma correta da órbita dos planetas do Sistema Solar. Apenas uma pequena parcela deles soube responder qual é a ordem correta desses planetas. A maior parte dos alunos justificou o tempo de queda de um objeto devido ao seu peso e atribuiu o menor tempo de queda ao objeto mais pesado. Esses e outros dados nos mostraram que, até então, esses alunos ainda não haviam compreendido grande parte dos conceitos da Gravitação.

O que se percebia inicialmente nas respostas dos alunos era um bolo de informações desconectadas. No entanto, após as aulas no laboratório de informática, percebemos uma evolução nas respostas.

Ao longo das análises das gravações das aulas no laboratório de informática, foi possível perceber grande interesse dos alunos em explorar o material de ensino. Essa motivação, aparentemente apresentada por esses alunos em buscar as informações contidas no material de estudo, tem grande influência na aprendizagem por descoberta (AUSUBEL, 1968).

Ao final das aulas no laboratório de informática, grande parte dos alunos demonstrou ter compreendido a evolução histórica dos modelos do sistema planetário. Esse fato sugere que os *subsunçores* presentes em suas estruturas cognitivas, ligados a essas ideias, podem ter se interagido com os conceitos trabalhados nas aulas de maneira que o *subsunçor* assumisse um novo significado para o aluno que, segundo Moreira (2008, p. 29), o tornaria *"[...] mais rico, mais elaborado"*.

Tanto no início, quanto no final dessa investigação, a maioria dos alunos relacionou a queda dos corpos aos conceitos da gravitação. No entanto, após as aulas no laboratório de informática, houve um aumento no número de respostas consideradas satisfatórias. Muitos dos alunos, ao responderem o questionário final, fizeram confusão quanto à velocidade de um planeta e sua relação com a distância até o Sol. Essas e outras confusões indicaram indícios de prováveis mudanças nos subsunçores, que ainda não estavam consolidadas. Essas confusões podem indicar que tais conceitos ainda não estão totalmente estruturados cognitivamente e ainda estavam em processo de assimilação.

Podemos considerar, ainda, que o uso de organizadores prévios, como por exemplo, a história da evolução dos modelos planetários, usados como material introdutório influenciou na redução de parte dessas confusões, uma vez que alguns alunos relacionaram suas respostas a determinadas informações presentes nesses organizadores, como foi o caso do fenômeno responsável pela sucessão dos dias e noites.

Em uma análise geral dos dados, foi possível notar sinais que nos mostraram prováveis modificações e possíveis ampliações nos subsunçores em grande parte das respostas expressas pelos alunos a respeito dos conceitos da Gravitação. Em alguns casos, tem-se uma modificação substancial dos subsunçores, o que, segundo Novak (1981), indica a possível ocorrência de aprendizagem significativa.

Percebemos evoluções, variações e/ou comparações nas respostas dos alunos. Isso pode ser atribuído a possíveis interações entre os subsunçores e o material de estudo. Em alguns casos, foi possível perceber a extensão, reelaboração ou qualificação do subsunçor. Não só a nova informação, mas também o conceito subsunçor com o qual ela se relacionou, puderam ser modificados por essa interação. Foi possível, também, perceber em algumas das respostas dos alunos, que as novas informações tornaram-se mais espontâneas ao longo do percurso de ensino. Em outros casos, ao final do processo, o aluno ainda não havia consolidado o conceito corretamente. Esse fato nos permitiu inferir que os possíveis subsunçores relacionados ao tema ainda poderiam estar interagindo com os novos conhecimentos, se mostrando assim incompletos.

Apesar de alguns alunos apresentarem os conceitos corretos no início da pesquisa, ao final grande parte deles apresentou respostas mais elaboradas, mais formais para justificar os fenômenos. Isso nos deu indícios de que houve interação de seus possíveis subsunçores com o novo conhecimento, produzindo, assim, um novo subsunçor mais elaborado, apresentando, assim, uma possível ocorrência de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2006).

Nas análises dos fóruns de discussões foi possível notar fortes indícios da ocorrência de aprendizagem significativa. Nele, alguns alunos puderam relacionar os conceitos aprendidos a objetos presentes no material de estudo. Essa nova maneira, não familiar, de formular questões e problemas se mostrou interessante, uma vez que o aluno pôde se expressar livremente, apresentando ali suas ideias e não a reprodução literal do material de estudo.

Observamos também que o emprego de formas adequadas de apresentação do conteúdo e a organização sequencial da matéria de ensino proporcionam uma contribuição relevante ao processo de aprendizagem. A metodologia empregada durante as aulas foi de fundamental importância para que se pudesse alcançar uma aprendizagem mais significativa. O aluno, ao buscar a informação, abria em sua estrutura cognitiva a possibilidade de ancoragem do novo material de estudo.

Essa busca pelas informações, mediada pelo professor, poderia levar o aluno a um exercício mental que, possivelmente, permitiu a ativação de determinados subsunçores relacionados ao tema de estudo.

Diante disso, presumimos que o material didático hipertextual, *Física na Gravitação*, contribuiu para aprendizagem significativa desses alunos. Salientamos, no entanto, que o trabalho de organização de um material dessa natureza não é uma tarefa simples, pois exige do professor pesquisa, interesse, tempo, aprendizado das ferramentas de formatação e linguagem própria para sua construção.

O uso do hipertexto, *Física na Gravitação*, como recurso didático, se mostrou potencialmente significativo, uma vez que procurou relacionar o seu conteúdo a outros conceitos presentes na estrutura cognitiva dos alunos. A sua potencialidade pôde ser observada nas respostas de alunos às questões ao longo das aulas, no fórum de discussão e no questionário final. Nelas, foi possível notar que os conceitos ensinados e posteriormente investigados puderam ser assimilados por grande parte dos alunos, de maneira não arbitrária e não literal.

Um de nossos receios, era a possibilidade de existir uma grande quantidade de alunos que não possuísse alguma experiência com o manuseio do computador. No entanto, notamos que a maioria já a possuía. Durante a pesquisa, observamos que a maioria navegava por entre as páginas do hipertexto sem maiores dificuldades. Também, foi possível notar, que o uso do computador nas aulas gerou expectativa entre os alunos, quanto à realização de outras atividades escolares que pudessem contar com o seu uso.

Percebemos ainda, que durante as aulas no laboratório de informática os alunos interagiram com o professor da turma, que por sua vez acompanhou o desenvolvimento das atividades e participou de forma integral, esclarecendo as possíveis dúvidas e auxiliando os alunos na navegação no hipertexto. Os professores das turmas, apesar de utilizarem pouco o laboratório de informática em suas aulas, não apresentaram dificuldades no decorrer das

atividades. Em diversos momentos, foi possível perceber a interação entre o professor da turma e os alunos, na busca pela informação que se fazia pertinente.

Nessa pesquisa, procuramos investigar algumas implicações ao se organizar um ensino voltado para a facilitação da Aprendizagem Significativa em um contexto cotidiano de sala de aula. Percebemos que os recursos da informática, associados à mediação pedagógica, apoiados na teoria da Aprendizagem Significativa, são importantes instrumentos que podem contribuir substancialmente para o processo de ensino aprendizagem de Ciências no 9º ano do ensino fundamental.

Procuramos ao longo do texto discutir as implicações que consideramos pertinentes para a pesquisa e acreditamos que esse corpo de conhecimentos oferece perspectivas futuras estimulantes e, sobretudo, viáveis para a organização do ensino em um contexto real de sala de aula.

Outras questões de pesquisa futura podem ser sugeridas: como o uso de recursos computacionais contribui para a obliteração dos conceitos ensinados, ou como a internet se relaciona com a formação dos alunos, bem como estudos acerca do uso prolongado do computador no ensino de Física.

Finalizando, não se pretende, com essa pesquisa, apresentar uma receita salvadora, pronta e acabada, para o ensino de Física. Nossa proposta tem o objetivo de promover a aprendizagem significativa e apontar alguns fatores relevantes para esse ensino.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física**. Rev. Bras. Pesquisa em Edu. Em Ciên., São Paulo, v. 4, n. 3, 2004. Disponível em <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V4N3/v4n3a1.pdf>. Acesso em: 05 out. 2010.

AUSUBEL, David P. **Educational Psychology:** A Cognitive View. New York: Holt, Rinehert end Winston, 1968.

BRANDÃO, C. Rodrigues. **Pesquisa participante**. 8ª ed. São Paulo: Brasiliense, 2006.

BRASIL, Secretaria de Educação fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CACHAPUZ, António. *et al*. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

FARIA, Rachel Zuchi. VOELZKE, Marcos Rincon. **Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá**. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 30, n. 4, 2008.

GIORDAN, M.. **O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização**. Ciência & Educação, Brasília, DF, v. 11, n. 2, 2006. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/viewarticle.php?id=77>. Acesso em: 08 out. 2010.

GAJARDO, Marcela. **Pesquisa participante na América Latina**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

HASSE, Simone Hedwig. **Informática na educação**: mito ou realidade? In: LOMBARDI, José Claudinei (Org.). Pesquisa em educação: história, filosofia e temas transversais. Campinas, SP: Autores Associados: HISTEDBR ; Caçador, SC: UnC, 1999.

KAPLÚN, Mário. **Processos educativos e canais de comunicação**. Comunicação & Educação, Brasil, v. 5, n. 14, 2008. Disponível em: http://www.revistas.univerciencia.org/index.php/comeduc/article/view/4417/4139. Acessado em 28 out. 2009.

LANGHI, Rodolfo. NARDI, Roberto. **Um Estudo Exploratório para Inserção da Astronomia na Formação de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 2004.

LEITE, Cristina. HOSOUME, Yassuko. **Os professores de Ciências e suas formas de pensar Astronomia**. Revista Latino-Americana – RELEA, n. 4, p. 47-68, 2007.
MACHADO, D.I.; NARDI, R.. **Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 28, n. 4, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172006000400010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08 out. 2009.

MASETTO, Marcos T. Mediação pedagógica e o uso da tecnologia. In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** Campinas, SP: Papirus, 2000. P. 133-173.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, **Sociedade da Informação no Brasil.** 2000.

MEDEIROS, Alexandre. MONTEIRO, Maria Amélia. **A Invisibilidade dos pressupostos e das limitações da teoria copernicana nos livros didáticos de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 19, n.1: p. 29-52, 2002.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. José Manuel Moran, Marcos T. Masetto, Marilda Aparecida Behrens. Campinas, SP: Papirus, 2000.

**_____. Interferências dos Meios de Comunicação no nosso Conhecimento**. INTERCOM Revista Brasileira de Comunicação. São Paulo, XVII (2): 38-49, julho-dezembro 1994.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. In: Masini, Elcie F. Salzano; Moreira, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos.** São Paulo: Vetor, 2008. P. 15-44.

**_____**. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília, Universidade de Brasília, 2006.

_____. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. Marco Antonio Moreira, Elcie F. Salzano Masini. São Paulo: Centauro, 2001.

NARDI, Roberto. **A gênese, a psicogênese e a aprendizagem do conceito de campo**: subsídios para a construção do ensino de conceito. Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, v. 7 (Número Especial), jun. 1990. Disponível em <http://www.journal.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewPDFInterstitial/10062/9287>. Acesso em 10 ago. 2010.

NOVAK, Joseph D. **Conocimiento y aprendizage**: los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. Madrid: Alianza Editorial, 1998.

_____. **Uma Teoria da Educação.** São Paulo: Biblioteca Pioneira de Ciencias Sociais, 1981.

PACHANE, Graziela Giusti. **O mito da telinha** — ou o paradoxo do fascínio da educação mediada pelo computador. Rev. Educação Temática Digital, Campinas, v. 5, n. 2, 2003.

Disponível em: <http://www.fae.unicamp.br/revista/index.php/etd/article/view/1818/1660>. Acesso em 10 set. 2009.

PORTUGAL, Cristina. **Hipertexto como instrumento para apresentação de informações em ambiente de aprendizado mediado pela internet**. Rev. Brasileira de Aprendizagem aberta e a Distância. São Paulo, v. 4 2005. Disponível em <http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista_PDF_Doc/2005_Hipertexto_Instrumento_Apresentacao_Cristina_Portugal.pdf> Acesso em 05 out. 2010.

PIRES, Marcelo Antonio; VEIT, Eliane Angela. **Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 28, n. 2, jun 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172006000200015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 05 out. 2010.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Ed. Atlas, 1985.

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências**. Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, v. 13, març. 2008. Disponível em <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13/m318229.pdf>. Acesso em 01 out. 2009.

_____. **Aprendizagem significativa em um ambiente multimídia**. In: ENCUENTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, 5., 2006, Madri. Anais. Madri, 2006b. Disponível em: <http://www.rived.mec.gov.br/artigos/2006-VEIAS.pdf> Acesso em: 30 out. 2009.

TEDESCO, Juan Carlos (org.). **Educação e novas tecnologias**. Tradução de Claudia Berliner, Silvana Cobucci Leite – São Paulo: Cortez; Buenos Aires: Instituto de Planeamiento de la Educacion; Brasília: UNESCO, 2004.

VALENTE, J. A. Diferentes Usos do Computador na Educação. In: **Computadores e Conhecimento:** Repensando a Educação. 2ª edição, Campinas, São Paulo: Unicamp, , 1998.

VALLIN, Celso. **Como usar o computador na escola**. São Paulo: Moderna, 1998.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Senhores pais ou responsáveis, seu filho está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa educacional que ajudará a escrever minha dissertação de mestrado. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de você aceitar que ele faça parte do estudo, assine no final deste documento. Serão duas vias, uma delas é sua e a outra do pesquisador responsável.

Em caso de recusa, seu filho não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, pelo telefone 3521-1075 ou 3521-1076.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: **Mediação Computacional como Fator de Motivação e de Aprendizagem Significativa no Ensino de Astronomia.**

Pesquisador Responsável: Prof. Fernando Marcos da Silva

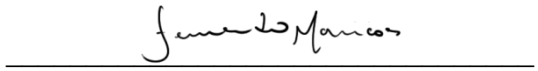
Pesquisadores participantes: Prof. Dr. Wagner Wilson Furtado

Telefones para contato: (62) 8138 - 4184 (Fernando Marcos)
(62) 3521-1014, ramal 216 (Prof. Wagner)

**Descrição da pesquisa**

Essa pesquisa é um trabalho que estudará a eficiência do uso do computador para a melhoria do processo de ensino aprendizagem de Ciências na última série do ensino fundamental. Nosso objetivo é analisar como os recursos da informática podem contribuir para o processo de ensino aprendizagem de Ciências, tendo como foco de estudo a última série do Ensino Fundamental. A participação do aluno na pesquisa se resume em responder algumas perguntas em um questionário impresso e assistir aulas que contarão com os recursos da informática, que serão gravadas em vídeo. Todo esse material coletado será destruído posteriormente. Em momento algum serão divulgados os nomes dos alunos, dos professores ou das escolas que participaram da pesquisa e todo o material obtido será utilizado apenas para os propósitos da pesquisa. Caso os senhores necessitem de maiores explicações, o pesquisador responsável estará à disposição para, em horário marcado, esclarecer as dúvidas. Os alunos menores somente iniciarão sua participação após a assinatura dos pais ou responsáveis no Termo que

está no final desse documento. As escolas facilitarão o trabalho, permitindo que seus professores e alunos participem da pesquisa em horários e dias letivos na escola. Os pais e os alunos não terão gastos financeiros com a pesquisa. Também está garantida a sua liberdade de recusar a participação de seu filho ou de retirar seu consentimento em qualquer momento, sem penalização ou prejuízo algum para ele. Mesmo com a sua autorização, corre o risco do aluno se sentir preocupado no momento de responder o questionário ou participar das aulas no laboratório, sendo que, nesse caso, ele poderá desistir na hora, sem penalização ou prejuízo algum para ele. O encerramento da pesquisa se dará após análise final do material coletado que será destruído após o término da mesma. Serão enviadas cópias do trabalho final para as escolas participantes e dessa forma os resultados obtidos estarão à disposição de todos.



Fernando Marcos da Silva
Pesquisador Responsável

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DO FILHO(A) NA PESQUISA**

Eu, _____, RG/CPF_____,
(escreva aqui o nome do pai, da mãe ou do responsável legal) (RG ou CPF do pai, mãe ou resp.)

abaixo assinado, responsável pelo aluno _____,
(escreva aqui o nome do aluno)

autorizo sua participação no estudo sobre a "*Mediação Computacional como fator de motivação e de Aprendizagem Significativa no ensino de Astronomia*", como aluno pesquisado. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador Fernando Marcos da Silva sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da sua participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou prejuízo a mim ou ao menor.

Goiânia, ___ de _____ de 2009.

_____
Assinatura do responsável

## APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, pelo telefone 3521-1075 ou 3521-1076.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: **Mediação Computacional como Fator de Motivação e de Aprendizagem Significativa no Ensino de Astronomia.**

Pesquisador Responsável: Prof. Fernando Marcos da Silva

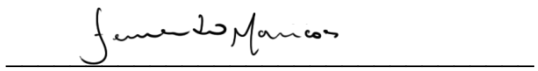
Pesquisador participante: Prof. Dr. Wagner Wilson Furtado

Telefone para contato: (62) 3521-1014, ramal 216 (Prof. Wagner)

**Descrição da pesquisa**

Essa pesquisa é um trabalho que estudará a eficiência do uso do computador para a melhoria do processo de ensino aprendizagem de Ciências na última série do ensino fundamental. Nosso objetivo é analisar como os recursos da informática podem contribuir para o processo de ensino aprendizagem de Ciências, tendo como foco de estudo a última série do Ensino Fundamental. A sua participação na pesquisa será por meio de entrevistas semi-estruturadas gravadas em áudio e aulas no laboratório de informática (professores e alunos), que serão gravadas em vídeo. As gravações serão realizadas para facilitar a análise dos resultados. Todo esse material coletado será destruído posteriormente. Em momento algum serão divulgados os nomes das Escolas, dos professores ou dos alunos que participaram da pesquisa e todo o material obtido será utilizado apenas para os propósitos da mesma. A pesquisa se iniciará logo após a assinatura desse Termo. As Escolas estarão facilitando o trabalho, permitindo que seus professores e alunos participem do mesmo em dias letivos, não sendo necessários deslocamentos extras para a escola. Os professores e alunos

não terão gastos financeiros com a pesquisa. Também será garantida a sua liberdade de recusar a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer momento, sem penalização ou prejuízo algum. Mesmo após a assinatura do termo, corre o risco de você se sentir preocupado no momento de participar da entrevista, sendo que, nesse caso, poderá desistir na hora, sem penalização ou prejuízo algum. O encerramento da pesquisa se dará após análise final do material coletado e todo esse material (questionários, entrevistas e imagens) será destruído após o término da mesma. Serão enviadas cópias do trabalho final para as escolas pesquisadas e dessa forma os resultados obtidos estarão à disposição de todos.



Fernando Marcos da Silva
Pesquisador Responsável

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO**

Eu,_____, RG/ CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo sobre a "*Mediação Computacional como fator de motivação e de Aprendizagem Significativa no ensino de Astronomia*", como sujeito. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador Fernando Marcos da Silva sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto me leve a qualquer penalidade ou prejuízo.

Goiânia, ___ de _____ de 2009.

_____
Assinatura

## APÊNDICE C – ROTEIRO DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS REALIZADAS COM OS PROFESSORES DA ESCOLA

Disciplina que leciona:

Quantos anos se passaram desde a sua formação?

Que tipo de contrato você tem nesta rede de ensino?

Qual é a sua carga horária semanal de trabalho?

Questões:

1 Qual é a sua opinião a respeito do uso do computador pelo professor no ensino?

2 Qual é a sua opinião a respeito do uso do computador pelo aluno durante o processo de aprendizagem dentro da escola? E fora dela?

3 Você usa o computador para preparar suas aulas? Se sim, por quê?

4 Você usa o computador em suas aulas? Por quê? Se sim, com que frequência?

5 Como você utiliza esses meios?

6 Você fez algum curso de formação sobre o uso das novas tecnologias? Qual?

7 Qual é a postura da escola perante o uso do computador em aulas?

8 Quais condições para o uso do laboratório são oferecidas pela escola? Como você as considera?

Questões referentes à Astronomia.

9 Você aborda assuntos de astronomia em sua prática docente?

10 Você teve alguma disciplina que abordava o tema astronomia durante a graduação?

11 Você já participou de atividades ou eventos que abordem o assunto astronomia?

( ) Sim ( ) Não

## APÊNDICE D – ROTEIRO DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS REALIZADAS COM OS GESTORES DA ESCOLA

Roteiro das entrevistas semiestruturadas realizadas com os coordenadores pedagógicos da escola.

Instituição onde trabalha:

Disciplina que lecionava antes de ser coordenador:

Quantos anos se passaram desde a sua formação?

Que tipo de contrato você tem nesta rede de ensino?

Qual é a sua carga horária semanal de trabalho?

Questões:

1 Qual é a sua opinião a respeito do uso do computador pelo professor no ensino?
2 Qual é a sua opinião a respeito do uso do computador pelo aluno durante o processo de aprendizagem dentro da escola? E fora dela?
3 Você usa ou usava o computador em suas aulas? Por quê? Se sim, com que frequência?
4 Você fez algum curso de formação sobre o uso das novas tecnologias? Qual?
5 Qual é a postura da escola perante o uso do computador em aulas?
6 Quais condições para o uso do laboratório são oferecidas pela escola? Como você as considera?

Roteiro da entrevista semiestruturada realizada com coordenador de laboratório de informática da escola.

Disciplina que lecionava antes de ser coordenador do laboratório:

Sua formação:

Quantos anos se passaram desde a sua formação?

Que tipo de contrato você tem nesta rede de ensino?

Qual é a sua carga horária semanal de trabalho?

Questões:

1 Qual a avaliação você faz do uso do computador como recurso pedagógico?
2 Quais condições para o uso do laboratório são oferecidas pela escola? Como você as considera?
3 Qual é a postura da escola perante o uso do computador em aulas?
4 Já foi ou está sendo realizado no laboratório algum tipo de trabalho de formação para os professores direcionado ao uso desse laboratório ou de outro recurso tecnológico?
5 Os alunos se envolvem com as atividades realizadas no laboratório de informática? Como?
6 Qual é a sua opinião a respeito do uso do computador pelo professor como recurso pedagógico?
7 Qual é a sua opinião a respeito do uso do computador pelo aluno durante o processo de aprendizagem dentro da escola? E fora dela?
8 Você usa ou usava o computador em suas aulas? Por quê? Se sim, com que frequência?
9 Você fez algum curso de formação para o uso das novas tecnologias? Qual?

**APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO INICIAL APLICADO AOS ALUNOS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
Projeto: Mediação Computacional como fator de motivação e de Aprendizagem Significativa no ensino de Astronomia
Pesquisadores: Fernando Marcos da Silva e Wagner Wilson Furtado
Goiânia _____de dezembro de 2009

Aluno(a):_____

Questões:

1. Faça um desenho representando o movimento dos planetas no nosso Sistema Solar.

2. Faça um desenho representando o movimento da Lua, da Terra e do Sol?

Explique seu desenho:

_____

_____

_____

3. No caça-palavras abaixo, circule os nomes dos planetas e outros corpos do Sistema Solar que você encontrar. Você pode achá-los na vertical e na horizontal. Uma letra (ou mais) pode fazer parte de mais de um nome.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M | A | R | T | E | R | R | A | H | A |
| E | R | O | S | P | L | U | T | A | O |
| R | A | U | R | A | N | O | A | S | P |
| C | S | M | E | T | E | Z | V | A | A |
| U | J | U | P | I | T | E | R | T | S |
| R | U | W | Y | L | U | A | C | U | S |
| I | N | M | V | E | N | U | S | R | A |
| O | H | B | X | I | O | B | A | N | R |
| T | C | O | M | E | T | A | A | O | O |
| S | O | L | D | A | V | I | A | O | S |

4. Por que os objetos caem quando soltos próximos à superfície da Terra?

_____

_____

_____

5. Ao soltarmos dois objetos de pesos diferentes, no mesmo instante e de uma mesma altura e desprezando a resistência do ar, qual chegará primeiro ao solo?
   a( ) O mais pesado.
   b( ) O menos pesado.
   c( ) Chegarão juntos.

Explique sua resposta:

_____

_____

_____

6. Faça um desenho representando a Terra. Desenhe nela uma pessoa no polo norte, uma no polo sul e outra no equador. Depois, nesse mesmo desenho, faça o caminho percorrido por uma pedra caindo, solta por cada uma dessas 3 pessoas.

7. O que nos possibilita ver a Lua no céu. (Pode marcar mais que uma resposta)
   a( ) Ela estar próxima da Terra.
   b( ) Ela possuir luz própria.
   c( ) Refletir a luz do Sol sobre a Terra.
   d( ) Ficar parada em relação à Terra.

8. Coloque C (se certa) ou E (se errada) nas afirmações abaixo.
   a( ) A Astronomia estuda os planetas, estrelas, luas etc.
   b( ) A duração do dia terrestre é de 24 horas.
   c( ) A duração aproximada do ano terrestre é de 365 dias.
   d( ) As estações do ano se devem à inclinação do eixo de rotação da Terra.
   e( ) Durante toda a história da Astronomia usaram-se telescópios para realizar observações dos astros.

## APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO FINAL APLICADO AOS ALUNOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
Projeto: Mediação Computacional como fator de motivação e de Aprendizagem Significativa no ensino de Astronomia
Pesquisadores: Fernando Marcos da Silva e Wagner Wilson Furtado

Aluno:_____

QUESTIONÁRIO FINAL

1. Um dos primeiros modelos planetários, proposto por Aristóteles e Ptolomeu, e que foi considerado correto por aproximadamente 1800 anos, foi o modelo _____.
   Explique-o:
   _____
   _____
   _____
2. Após esse modelo proposto por Aristóteles e Ptolomeu, surgiu o modelo proposto por Copérnico, que foi o modelo _____.
   Explique-o:
   _____
   _____
   _____
3. Tycho Brahe, com suas observações, propôs um sistema que conciliava os modelos de Aristóteles e de Copérnico. Descreva esse sistema misto.
   _____
   _____
   _____

4. Kepler, de posse dos dados obtidos por Tycho Brahe, propôs um modelo que mudou definitivamente a órbita dos planetas. Nele, a trajetória dos planetas é
   a ( ) circular, com o Sol no centro das órbitas.
   b ( ) circular, com a Terra no centro das órbitas.
   c ( ) elíptica, de grande excentricidade com o Sol no foco.
   d ( ) elíptica de baixa excentricidade, com o Sol no foco.
   e ( ) elíptica de baixa excentricidade, com a Terra no foco.

5. Segundo as leis de Kepler da gravitação universal, a velocidade de um planeta
   a ( ) não depende de sua posição em relação ao Sol.
   b ( ) é maior quando ele está mais distante do Sol.
   c ( ) é menor quando ele está mais distante do Sol.

6. Por que os objetos próximos à superfície da Terra são atraídos para ela.

   _____

   _____

   _____

7. Sabemos que o Sol atrai a Terra. Pergunta: nesse caso, a Terra também atrai o Sol? Explique sua resposta.

   _____

   _____

   _____

8. Ao abandonarmos dois corpos de pesos diferentes de uma mesma altura no mesmo instante, algum deles chega primeiro ao solo? Por quê?

   _____

   _____

   _____

9. Faça um desenho de uma pessoa em pé no polo norte, no polo sul e no equador.

10. A sucessão dos dias e noites está relacionada com que fenômeno celeste?
    a ( ) A rotação da Terra.
    b ( ) A translação da Terra.
    c ( ) A rotação do Sol.
    d ( ) As fases da Lua.
    e ( ) O posicionamento das estrelas.

11. As estações do ano (primavera, verão, outono e inverno) ocorrem devido
    a ( ) a Terra estar mais próxima ou afastada do Sol.
    b ( ) à inclinação do eixo de rotação da Terra.
    c ( ) à maior ou menor emissão de luz pelo Sol.
    d ( ) ao afastamento da Lua de acordo com as estações.
    e ( ) à translação da Terra

12. As marés (altas e baixas) são ocasionadas pela
    a ( ) rotação da Terra.
    b ( ) translação da Terra.
    c ( ) influência gravitacional da Lua e do Sol.
    d ( ) inclinação do eixo de rotação da Terra.
    e ( ) movimentação do ar (ventos) na superfície da Terra.

## APÊNDICE G – FÓRUM VIRTUAL DE DISCUSSÃO

O Fórum de astronomia era constituído por cinco temas problematizadores que traziam as seguintes questões:

f) *Como podemos explicar as trajetórias dos planetas no Sistema Solar? Copérnico estava correto em sua afirmação quando falava desse movimento?*

g) *Ao abandonarmos dois corpos de pesos diferentes de uma mesma altura no mesmo instante quem chega primeiro ao solo? Por quê?*

h) *Como podemos explicar as estações do ano (verão, outono, inverno, primavera)? Elas ocorrem em função de que?*

i) *Baseando-se nas leis de Kepler da Gravitação universal, o que podemos dizer a respeito da velocidade de um planeta e seu movimento em torno do Sol?*

j) *Se a Terra realiza um movimento de rotação, por que os corpos em sua superfície não saem voando como resultado desse tipo de movimento?*

Essas questões vinham ao encontro das indagações presentes nos dois questionários aplicados aos alunos e aos questionamentos diretos feitos aos alunos durante as aulas no laboratório de informática se constituindo assim como mais uma forma de avaliar a aprendizagem dos alunos.

Na Figura *i* podemos ver a sequência de distribuição das questões que foram respondidas pelos alunos. Em cada tema o aluno tinha a oportunidade e responder a questão e comentar as respostas dos colegas ali presentes.

A Figura *ii* mostra a visão do aluno ao acessar a página inicial que continha os temas dos Fóruns.

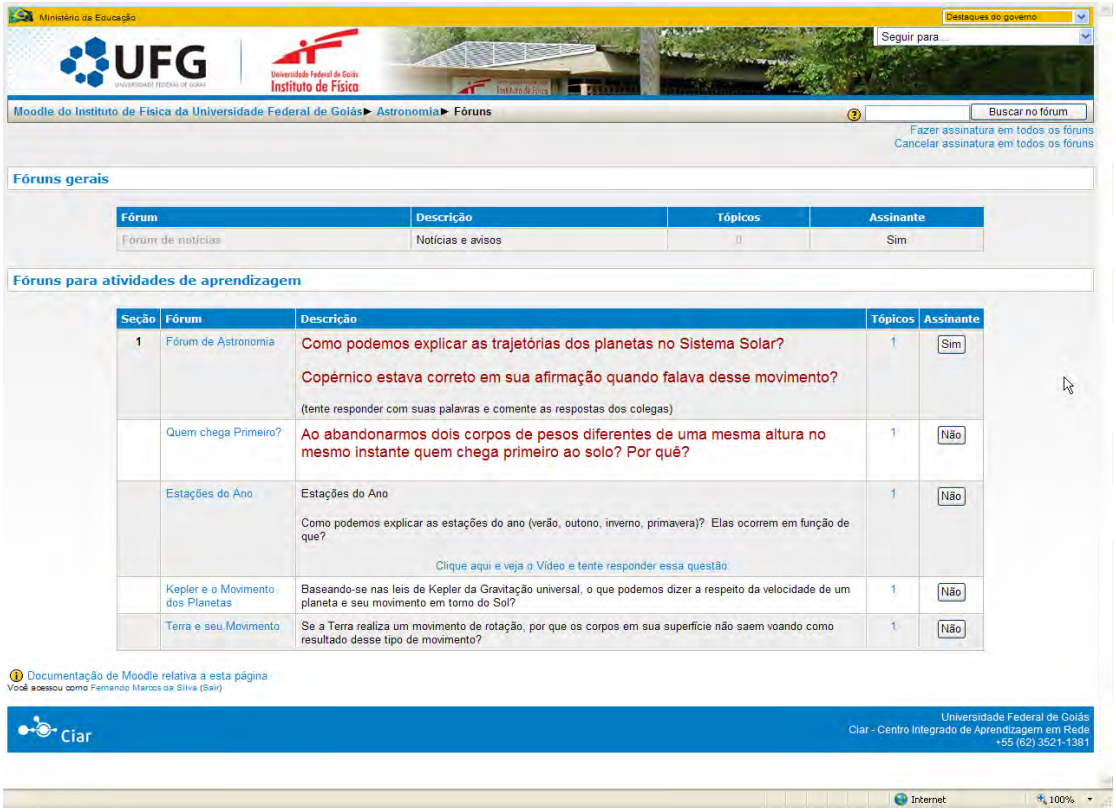



Figura *i*. Visão do aluno ao acessar os fóruns de discussão

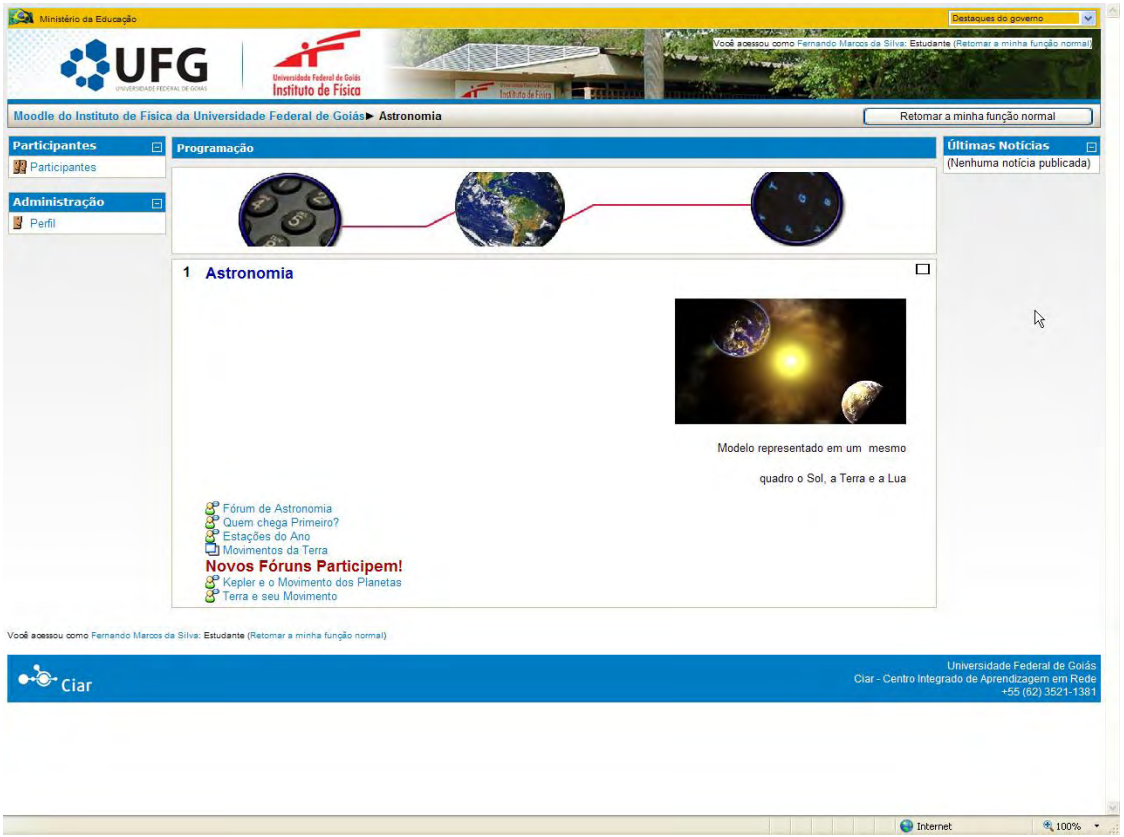



Figura *ii*. Visão do aluno ao acessar página inicial dos fóruns. O aluno tinha a liberdade de, a sua escolha, visitar qualquer um dos temas de discussão proposto.

## APÊNDICE H – *COMPACT DISC* (CD) DO HIPERTEXTO FÍSICA NA GRAVITAÇÃO

## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

UFG

Goiânia, 01/7/2009

**PARECER CONSUBSTANCIADO REFERENTE AO PROJETO DE PESQUISA, PROTOCOLADO NESTE COMITÊ SOB O Nº: 104/09**

**I – Identificação**
– Título do projeto: Mediação Computacional como Fator de Motivação e de Aprendizagem Significativa no Ensino de Astronomia;
– Pesquisador Responsável: Fernando Marcos da Silva;
– Orientador: Wagner Wilson Furtado;
– Pesquisadores participantes: Fernando Marcos da Silva e Wagner Wilson Furtado;
– Instituição onde será realizado o estudo: Universidade Federal de Goiás – Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática;
– Data de apresentação ao CEP/UFG: 05/06/2009;
– Área Temática: Educação.

**COMENTÁRIOS DO RELATOR FRENTE À RESOLUÇÃO CNS 196/96 E COMPLEMENTARES EM PARTICULAR SOBRE:**

**II – Estrutura do Protocolo** (verificação dos documentos solicitados)
O projeto apresenta todos os itens exigidos, incluindo um sucinto orçamento financeiro (anexo VII do projeto), que é bancado pelo próprio pesquisador.

**III – Projeto de pesquisa**
- Descrição sucinta das justificativas e objetivos do projeto:
O projeto propõe a inserção, em aulas de Física, de hipertextos sobre o tema Astronomia, que proporcionem uma investigação de como os recursos da informática contribuem para o ensino e aprendizagem de Ciências. Será desenvolvido em duas turmas da última série do Ensino Fundamental de duas escolas públicas de Goiânia. Será feito um levantamento, nas escolas selecionadas, de como vem ocorrendo o uso dessa ferramenta no ambiente escolar e quais as concepções relativas a ela, que o professor de Ciências possui. Serão ministradas, nessas turmas, aulas que contarão com alguns recursos da informática, nas quais os alunos terão a oportunidade de navegar entre as diversas páginas do hipertexto construído. Essa navegação será orientada pelo professor, que enfatizará os pontos principais e relevantes para a construção de conceitos a respeito do tema estudado. A partir das concepções dos alunos, e por meio das interações com esse recurso, pretende-se aproximar os conceitos científicos, a serem ensinados, às idéias pré-existentes dos alunos, a fim de possibilitar assim uma aprendizagem mais significativa.

**- Análise das questões éticas (informações relativas aos sujeitos da pesquisa - item 3.5.1 do Protocolo):**
- Amostra: Alunos do 9º. ano do ensino fundamental do Colégio Estadual xxxxxxxxx xxxxxxx e xxxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxx (Aceites das direções anexos ao projeto);
- Critérios de inclusão e exclusão: Alunos das turmas acima que concordarem em participar da pesquisa, sendo garantida a saída e/ou interrupção, a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

- Descrição clara do desenho e metodologias do projeto (análise da metodologia e sua adequação aos objetivos da pesquisa (item 3.5 do Protocolo):

Inicialmente serão realizadas entrevistas semi-estruturadas (Anexo III do Projeto) com os professores e gestores das escolas e também uma análise dos documentos oficiais com o objetivo de analisar o ambiente educacional. Para análise, as entrevistas serão gravadas em áudio e posteriormente descritas. No início do trabalho com os alunos será aplicado um questionário do tipo sondagem para tentar identificar seus conceitos prévios a respeito do tema a ser estudado (anexo IV do Projeto). Deste, serão criadas categorias onde serão ancorados novos conceitos para criação dos hipertextos, posteriormente aplicados de acordo com planejamento didático feito em conjunto com o professor. Essas aulas serão gravadas em áudio e vídeo. Posteriormente, será aplicado um novo questionário (anexo V do projeto) para tentar identificar os conceitos apreendido pelos alunos e sua relação com o cotidiano e com os conceitos identificados no questionário anterior. Também será criado um fórum virtual de discussão sobre Astronomia

- Identificação dos riscos e possíveis benefícios aos sujeitos: não há riscos nem alteração substancial na rotina dos participantes.
- Adequação das condições para realização da pesquisa: Os dados fornecidos no projeto, a revisão teórico-metodológica, a infra-estrutura e anuência dos responsáveis pelos colégios selecionados, o orçamento, os curricula do pesquisador responsável e do orientador/pesquisador participante apontam condições satisfatórias para o desenvolvimento do trabalho quanto a seus aspectos éticos.

**IV – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

– Avaliação do processo de obtenção do Termo de Consentimento:

O processo proposto é adequado e cumpre com as exigências. Os pais dos alunos com idade inferior a 18 anos tomarão ciência do projeto por meio de um documento descritivo da pesquisa, e se estiverem de acordo, assinarão o TCLE (Anexo II). Aos pais que necessitarem de esclarecimento, serão agendadas horas de atendimento. Os alunos menores somente iniciarão sua participação na pesquisa após a assinatura dos pais no Termo. No caso de professores e alunos maiores de 18 anos, também há a necessidade de concordância expressa com a assinatura no TCLE.

– Análise do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (adequação da linguagem e observância dos aspectos solicitados no item 4 do Protocolo)

O projeto apresenta dois modelos de TCLE: um para os pais dos alunos menores, e outro para os professores participantes e alunos maiores. Em linguagem compatível, contém informações sobre a pesquisa, sobre os pesquisadores e sobre o Comitê de Ética da UFG; esclarece o direito de recusa e saída do projeto, sem qualquer prejuízo, e sobre riscos e benefícios. Informa que serão garantidos o anonimato dos participantes, que todo material coletado será destruído posteriormente e também que a utilização dos resultados da pesquisa não violará a privacidade e interesse dos participantes. E, finalmente, comprometem-se os pesquisadores a enviar cópias do trabalho final para as escolas participantes disponibilizando os resultados a todos.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UFG

**V– Parecer do CEP**

- Protocolo "Aprovado"

**VI – Data da reunião:**

Assinatura do(a) relator(a):

Assinatura do(a) Coordenador(a)/ CEP/UFG:

Rita Gorett Amaral
Coordenadora do CEP/UFG

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

## ORIENTAÇÕES AO PESQUISADOR

**A - Para Parecer Aprovado ou Aprovado com Recomendações**

• O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res.CNS nº196/96-item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (item IV.2.d).

• O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS nº196/96-item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (item V.3) que requeiram ação imediata.

• O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS nº196/96-item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), junto com seu posicionamento.

• Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à Anvisa, o pesquisador ou patrocinador deve envia-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. nº 251/97, item III.2.e).

Relatórios Parciais e final devem ser apresentados ao CEP/UFG, inicialmente em ____/__08__/__09__ e ao termino do estudo.

**B – Para projetos do Grupo 1 do fluxograma acrescentar:**

- Seu projeto (Registro_____ GRUPO_____ Área temática especial_____)

Foi encaminhado à CONEP e só poderá ser iniciado após o parecer aprovatório desta.